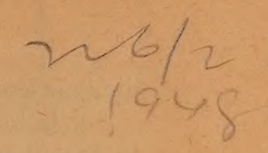
ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1948.



PRÉSIDENCE DE M. HENRI VILLAT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Pierre Martens**, Professeur à l'Université de Louvain, qui assiste à la séance.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La compressibilité des gaz et l'association.* Note de M. **Jacques Duclaux**.

L'équation d'état de Van der Waals est fondée sur l'hypothèse d'attractions à courte distance entre les molécules des gaz. On peut, comme je l'ai montré ([1]), remplacer avec avantage cette hypothèse par celle d'une association des molécules, les forces à distance étant supprimées. Deux molécules associées ne formant qu'une unité cinétique, la pression est diminuée proportionnellement à l'association. Tant que la pression du gaz n'est pas grande, et que la déviation par rapport à la loi des gaz parfaits reste petite, il suffit d'admettre que les molécules se groupent deux à deux, en équilibre avec les molécules simples suivant la loi d'action de masse. Mais on ne peut évidemment pas expliquer ainsi que le produit pv de la pression du gaz par son volume devienne inférieur à $RT/2$. Pour rendre compte des valeurs inférieures, il faut admettre une association progressive, les molécules doubles s'unissant à d'autres molécules simples ou doubles et ainsi de suite en formant des agrégats de plus en plus complexes. Tous les degrés de complexité existent simultanément. Mais pour pouvoir traiter le problème il faut le simplifier, car le degré d'association pouvant dépasser 1000, on aurait à résoudre un système d'équations à plus de 1000 inconnues. La simplification que j'ai faite ([2]) consiste à admettre une association croissant en progression géométrique, de manière qu'il n'y ait à considérer que des groupements de 2, 4, 8, 16, ... molécules.

En outre il faut, pour pouvoir expliquer l'état liquide, admettre que la constante K de la loi d'action de masses, qui régit l'équilibre entre les molé-

---

([1]) *Journ. de Phys.*, **8**, 1937, p. 277.
([2]) *Journ. de Phys.*, **8**, 1947, p. 94.

cules de complexité 2^n et 2^{n+1} aux concentrations C_n et C_{n+1}

$$C_n^2 = KC_{n+1}$$

diminue à mesure que n augmente et que le volume du gaz décroît.

Sur la loi de diminution on ne peut rien dire *a priori*, et j'ai fait encore ici les hypothèses les plus simples :

En passant des molécules n aux molécules $(n+1)$, la constante K est multipliée par un coefficient A indépendant de n.

En passant du volume 1 au volume v, la constante K est multipliée par v^m, le facteur m étant indépendant de v.

La connaissance des nombres A et m, jointe à celle du covolume b, qui conserve la même signification que dans l'équation de Van der Waals, permet de calculer la compressibilité d'un gaz. La comparaison avec l'expérience donne des résultats très satisfaisants, comme le montrent les exemples qui suivent.

Azote à 0° (Kamerlingh Onnes et van Urk).

p (atm.).	pv observé.	pv calculé.	Différence.	p (atm.).	pv observé.	pv calculé.	Différence.
33,1.....	0,9886	0,9889	+0,0003	46,0.....	0,9854	0,9855	+0,0001
34,1.....	9891	9887	— 4	48,4.....	9844	9848	+ 4
36,0.....	9887	9881	— 6	53,7.....	9836	9836	0
37,8.....	9874	9876	+ 2	56,3.....	9827	9831	+ 4
38,9.....	9878	9873	— 5	58,5.....	9833	9828	— 5
42,0.....	9872	9867	— 5	58,6.....	9834	9828	— 5
43,1.....	9860	9863	+ 3				

La concordance est parfaite.

Argon à —116°,62 (Kamerlingh Onnes et Crommelin).

p (atm.).	pv observé.	pv calculé.	Différence.	p (atm.).	pv observé.	pv calculé.	Différence.
13,9.....	0,523	0,522	—0,001	46,5.....	0,348	0,351	+0,003
17,7.....	506	506	0	50,4.....	313	316	+ 3
30,7.....	447	447	0	54,9.....	262	265	+ 3
37,2.....	411	412	+ 1	60,7.....	183	179	— 4
41,9.....	381	383	+ 2				

Azote à —131°,27 (Kamerlingh Onnes et van Urk).

p (atm.).	pv observé.	pv calculé.	Différence.	p (atm.).	pv observé.	pv calculé.	Différence.
25,3.....	0,417	0,414	—0,003	36,5.....	0,361	0,362	+0,001
27,5.....	407	405	— 2	38,0.....	353	355	+ 2
28,9.....	399	398	— 1	45,0.....	312	315	+ 3
31,7.....	386	386	0	49,1.....	287	289	+ 2
33,6.....	376	377	+ 1	51,7.....	273	273	0
35,7.....	365	366	+ 1	58,3.....	242	237	— 5

Pour l'argon comme pour l'azote la proximité du point critique (—122° pour l'argon et —147° pour l'azote) fait que les déviations par rapport à la loi des gaz parfaits sont beaucoup plus grandes. L'accord est cependant très bon. Il serait encore possible de l'améliorer par un meilleur choix des constantes, mais les calculs sont longs et les résultats sont déjà assez probants. En plus c'est un progrès illusoire que de représenter, avec une très grande précision, des chiffres expérimentaux qui n'atteignent peut-être pas cette précision. Enfin il n'est pas probable que sous cette forme très simple la théorie s'applique jusqu'au point critique, en raison de l'influence des fluctuations de densité dont elle ne rend évidemment pas compte. C'est seulement quand les calculs auront été faits pour un grand nombre de gaz, à diverses températures, que l'on pourra se rendre compte des imperfections du calcul.

Il est déjà remarquable qu'il donne une concordance aussi bonne avec des moyens aussi simples. La courbe de compressibilité est entièrement fixée par les valeurs du covolume et des constantes A et *m* définies plus haut. Mais A semble être une constante universelle, dont la valeur est voisine de 0,75. Le nombre de paramètres variables est donc le même que dans la formule de Van der Waals. Mais la concordance avec l'expérience est généralement dix fois meilleure.

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau genre et une nouvelle espèce de la famille des Rubiacées* Assidora problematica *Chev. vivant dans la forêt vierge de la Côte d'Ivoire.* Note de M. **Auguste Chevalier.**

Excursionnant au mois de février en auto [1], sur une route traversant un lambeau de forêt vierge entre Tiassalé et Divo, dans la Basse Côte d'Ivoire, accompagné de M. F. Miège et d'un jeune africain Aké Assi, collaborateurs de M. le Professeur G. Mangenot à l'Institut biologique d'Adiopodoumé, près Abidjan, nous nous arrêtames pour examiner de près de superbes buissons de *Caloncoba glauca* Gilg dépouillés de feuilles, mais chargés de grandes fleurs blanches semblables à certaines pivoines. Nous étions en pleine saison séche [2]. Notre attention fut en même temps attirée par un autre petit

---

(1) Depuis qu'il existe des routes même mauvaises à travers l'Afrique tropicale et des transports motorisés, les moyens d'exploration botanique à travers la forêt vierge sont devenus faciles. Comme le disait récemment le Professeur Mangenot : « Autrefois, c'est-à-dire de 1900 à 1912, lors des premières explorations, on allait à pied dans des contrées inhabitées ou insoumises, par des pistes ou même à travers la nature, dans des conditions d'une dureté que nous ne connaissons plus..., dans la chaleur moite de la forêt, s'enlisant dans les potos-potos, se déchirant dans les fourrés de lianes épineuses ».

Aujourd'hui l'étude de la vie végétale à travers les forêts vierges africaines est devenue presque aussi agréable que les excursions botaniques dans la forêt de Fontainebleau.

(2) De nombreux biologistes ont du mal à comprendre que dans cette forêt dense, dite hygrophile, où il tombe de l'eau pendant plus de huit mois, où il existe de fréquents

arbre également sans feuillage mais portant, à l'extrémité de ses rameaux étalés en candélabre, de beaux bouquets de fleurs d'un blanc crème. Nous le fîmes abattre. Les corolles non épanouies étaient enfermées dans une grande spathe coriace qui s'ouvrait sur le côté pour laisser passer quelques fleurs faisant saillie au dehors. Cet arbre m'intrigua beaucoup au premier abord. Je n'avais jamais rien vu de semblable dans les forêts de l'Ouest africain qui me sont assez familières. Aké Assi nous dit presque aussitôt : « Je crois que c'est une Rubiacée, mais on ne l'a pas observée encore ».

Il ne se trompait pas! Je me rappelai immédiatement que peu de temps auparavant j'avais étudié dans l'Herbier du Muséum de Paris des spécimens d'un arbre remarquable du Gabon ayant la même apparence, mais des feuilles beaucoup plus grandes et des fleurs plus nombreuses disposées d'une autre manière, le *Schumanniophyton magnificum* Harms, mais notre plante, tout en appartenant à la même sous-tribu (*Gardeniæ-Schumanniophytæ*) constitue un genre très différent que nous décrivons ainsi :

Assidora Gen. nov. — *Arbores inermes. Folia terminales majusculi* 3-*natim verticillata, membranacea. Stipulæ interpetiolores, rigidæ, acutæ. Flores majusculi in ombellos terminales multiflores dispositi. Involucræ spathiformes. Calyx junior lineare-oblongus, acutiusculus, clausus, per anthesin, subspathaceo-fissus vel irregulariter* 2-3 *fidus, tardive truncatus. Corollæ tubus superne longe ampliata; tubuloso-hypocrateriforma, costata, fauce glabra, sericeo-tomentosa, limbi lobi*

---

brouillards à la période sèche (de novembre à mars), il sévit pendant cette période une sécheresse intense très nuisible à la végétation. Celle-ci est à ce moment en état de déséquilibre: plus d'eau dans le sol; beaucoup d'espèces d'arbres et d'arbustes perdent leurs feuilles et les reprennent de janvier à mars; bananiers, caféiers et cacaoyers plantés à travers la forêt sont languissants et ont les feuilles plus ou moins flétries, mais il suffit d'une petite pluie pour revigorer ce monde végétal. Presque en même temps se déclenche pour beaucoup d'arbres une montée de la sève, les arbres dénudés se couvrent de fleurs, les bourgeons foliaires s'entr'ouvrent. On ne sait encore quelle est l'action qui intervient, — probablement l'énergie radiante solaire, avec des radiations spéciales —, toujours est-il que les racines des grands arbres qui plongent profondément dans le sol dans la couche où il reste encore beaucoup d'eau ont, à cette époque, leur potentiel d'absorption très intensifié, c'est une véritable printanisation qui se produit alors que la nature est encore au repos. Loin des rivières, hommes et animaux ne trouvent plus d'eau superficielle pour s'abreuver. J'ai constaté au cours de ce voyage que les manœuvres d'un chantier forestier recourent, pour se procurer de l'eau, au stratagème suivant : ils déterrent les racines des *Ceiba* et des *Triplochiton*, arbres énormes aux racines puissantes. Avec des segments de racine de la grosseur du bras et longs d'un mètre environ, taillés en flûte à une extrémité et dressés au-dessus de la bouche, ils obtiennent une sève abondante et désaltérante qui coule goutte à goutte comme un robinet d'une conduite d'eau. Avec un tel segment on peut faire couler en une dizaine de minutes environ, un demi-litre de sève. D'où vient cette eau? Certains grands arbres reprennent alors leur activité et leurs racines puisent l'eau là où elles se trouvent. Mais pour beaucoup d'espèces aux racines enfoncées moins profondément, ce n'est que plus tard que la vie reprend.

5-12-patentes, stricte contorti. Stamina 10-13 fanci corollæ inserta, filamentis brevissimis; antheræ dorso affixæ, inclusæ breviter exsertæ. Discus radiatus, 10-lobus. Ovarium 3-6 loculare. Stylus crassus, apice clavatus, pilosus, subangulatus; stigmate stellulœforme. Fructus magnus, ovoideus corliaceus 5-6 locularis. Semina numerosissima, angulata, agglutinata, testa tenui albumini corneo adhærente; embryo axilis (³).

Diffère du genre *Schumanniophyton* par les feuilles pétiolées, les stipules coriaces persistantes, par les fleurs sessiles groupées par 6-8 dans une spathe coriace s'ouvrant par une fente au moment de la floraison. Calice tubuliforme spathacé, divisé à l'extrémité en 2 ou 3 lobes irréguliers, la partie libre se déchirant circulairement après l'anthèse et laissant au-dessus de l'ovaire un manchon cylindrique membraneux persistant quelque temps, le dépassant de 5 à 6 mm. Corolle à tube cylindrique, élargi au sommet à 8-10 côtes. Limbes à 5-12 lobes (ordinairement 8 ou 10) oblongs aigus à préfloraison imbriquée convolutée. Étamines 10 à 13, épipétales, à filets très courts insérés au haut du tube de la corolle, la pointe des anthères faisant un peu saillie hors du tube. Anthères cylindriques à 2 loges s'ouvrant en long. Ovaire pentagonal pubescent à l'extérieur à placenta axile divisé en 5 ou 6 loges. Style inclus dans le tube de la corolle, pubescent plus ou moins pentagonal et élargi dans le tiers supérieur, surmonté de 6 (parfois 5) stigmates étalés en étoile, ovoïdes-charnus et rapprochés. Fruit capsulaire indéhiscent-ovoïde tronqué et déprimé au sommet, à péricarpe mince et ligneux à maturité, lisse, sans sillons, ni crêtes. 5 ou 6 septas partent du placenta mais ne rejoignent pas la paroi du péricarpe. Graines noires ovoïdes-anguleuses, nombreuses, groupées en 5 ou 6 masses, chacune entourée à la base par une sorte d'arille adhérant au placenta. Albumen corné, non ruminé; embryon linéaire.

Une seule espèce connue :

A. problematica A. Chev., arbre de 8 à 10^{m} de haut, ramifié en candélabre au sommet, à bois jaune; tronc de 20 à 35^{cm} de diamètre. Moelle abondante jaune, avec des diaphragmes scléreux. Écorce grisâtre cendrée. Feuilles

---

(³) Je dédie ce genre à Aké Assi, jeune Africain prodige, âgé de 17 ans, attaché à l'Institut biologique d'Adiopodoumé et dont le père Aké Anga, ancien aide-technique de M. Aubréville, l'éminent forestier botaniste, avait déjà beaucoup appris auprès de ce savant. Il en a fait profiter son fils, mais Aké Assi, au savoir qu'il a acquis près de son père, élève d'Aubréville, joint celui qu'il a acquis aussi près de M. le professeur Mangenot et de son collaborateur M. F. Miège. Il connaît aujourd'hui par leurs noms scientifiques et vernaculaires environ 2000 espèces végétales de la Côte d'Ivoire et ce qui est mieux encore, il sait les reconnaître en forêt dense, où le mélange des arbres et arbustes est pourtant déconcertant. Son savoir et son sens de l'observation tiennent en vérité du prodige. Il est capable de nommer en forêt, sur le vu d'une feuille morte ou d'une graine tombée, la plupart des plantes que l'on rencontre et sans pouvoir souvent en observer la cime et à plus forte raison sans en voir les fleurs ou les fruits.

tombant à la saison sèche et reparaissant en mars, groupées au sommet des rameaux et verticillées par 3, rarement opposées, laissant en tombant de très grandes cicatrices liégeuses, en écusson allongé (6^{cm} de long et $2^{cm},5$ de large). Limbe oboval, entier (ou parfois légèrement lobé au sommet), cunéiforme à la base, atténué au sommet, à acumen aigu ou subobtus, à texture herbacée et molle, à surface supérieure pubérulente et rude, l'inférieure d'un vert clair, faiblement pubérulente sur les nervures dans le jeune âge, ensuite glabre, de 30 à 40^{cm} de long et 18 à 25^{cm} de large.

Nervures secondaires 12 à 16 (et parfois 18) paires très saillantes en dessous, réticules des nervilles transversaux saillants en dessous. Pétiole charnu, de 2^{cm} de long, finement pubérulent à l'état jeune, ensuite glabre. Stipules grisâtres, oblongues, persistantes à l'état adulte, connées et appliquées sur la tige. Inflorescences terminales renfermées dans une spathe s'ouvrant latéralement au moment de la floraison et renfermant 8 à 10 fleurs sessiles d'un blanc jaunâtre, très odorantes (odeur vanillée ou de Gardenia). Spathes longs de 5 à 6^{cm}, nerviés, d'un gris cendré, glabres avec des lenticelles saillantes à l'extérieur, pubescents et soyeux en dedans.

Calice spathacé-tubuliforme de 3 à 5^{cm} de long, d'un blanc verdâtre anguleux-pentagonal, velu soyeux en dedans, tronqué plus tard, la partie persistante ciliée sur les bords, tube de la corolle d'un vert jaunâtre, anguleux, long de 5 à 6^{cm}, pubérulent à l'extérieur, élargi au sommet, la partie libre composée de 8 à 10 lobes, actinomorphes, oblongs subaigus longs de $1^{cm},5$, larges de 8 à 10^{mm} au milieu. Ovaire cylindrique velu sur les bords, tronqué au sommet, divisé en 5 ou 6 loges, entièrement recouvert d'un disque glanduleux, glabre, présentant 12 glandes linéaires, rayonnant autour de la base du style et recouvrant toute la surface supérieure de l'ovaire.

Le manchon qui surmonte le jeune fruit se dessèche et disparaît précocement.

Le fruit à maturité reste adhérent à l'arbre, mais le péricarpe est souvent brisé par les oiseaux et vidé en partie de ses graines. Celles-ci se répandent sur le sol et donnent de nombreuses plantules. C'est grâce aux jeunes plants répandus sous l'arbre et portant leurs feuilles verticillées que nous avons pu décrire celles-ci. A l'état jeune elles sont d'un vert brun violacé et légèrement velues surtout sur les nervures.

L'arbre comme port rappelle *Schumanniophyton magnificum*, mais les caractères qu'on vient d'énumérer montrent les différences profondes qui séparent ces plantes [1].

---

(1) La plante stérile que nous avons décrite sous le nom de *Schumanniphyton arboreum* Chev. n'appartient pas à ce genre, mais elle s'identifie à *Corynanthe Johimbe* K. Schum. La plante trouvée au Gabon par l'abbé A. Walker, signalée à tort sous le nom de *S. arboreum* (*Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 879) est donc en réalité un *Paucinistalya*. C'est ce qui explique l'action stimulante et aphrodisiaque des écorces, propriété que n'auraient pas, d'après Raymond-Hamet, les écorces de *Schumanniophyton*.

L'exemple de ce genre nouveau remarqué au cours d'un rapide voyage dans la forêt de la Côte d'Ivoire montre qu'il reste encore sans doute beaucoup de végétaux à découvrir dans cette grande forêt, attaquée de toutes parts aujourd'hui par les coupeurs de bois et les planteurs de Cacaoyers, de Caféiers, de Bananiers, forêt déjà fort réduite et dont il ne subsistera probablement dans quelques décades que d'infimes lambeaux. Il est urgent de faire la prospection botanique de cette forêt, spécialement dans l'ouest de la Côte d'Ivoire et dans le nord du Libéria, régions encore à peine visitées par des naturalistes.

M. **Louis Lapicque**. — *Remarque sur la Note précédente.*

Je demande la permission d'apporter mon assentiment à un point de la Communication si intéressante de M. Chevalier : c'est à savoir les virtualités intellectuelles des Noirs, que depuis fort longtemps j'ai considérées explicitement comme égales en général à celles des Blancs.

D'abord, le poids cérébral est le même dans toutes les races d'homme quand on le calcule correctement par rapport au poids du corps. Sans doute il serait hasardeux de conclure ici de l'égalité organique à l'égalité fonctionnelle. Mais, j'ai ainsi observé, parfois de près, ayant vécu chez eux, bien des sauvages, je suis convaincu qu'ils sont virtuellement nos égaux. En particulier, je citerai les Negritos andamanais qui ont été parfois considérés comme des spécimens d'humanité rudimentaires. J'ai trouvé là comme partout des hommes qu'on doit sans restriction considérer comme intelligents, à condition que nous prenions la peine de les comprendre.

M. **Gustave Ribaud** fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage intitulé *Transmission de la chaleur.* Tome I. *Le Rayonnement thermique*, qu'il vient de publier en collaboration avec M. Edmond Brun.

M. **Frederick Stratton** adresse à l'Académie le *Report of the executive Committee July* 1947 de l' « International Council of scientific Unions », dont il est le Secrétaire général.

DÉSIGNATIONS.

M. **Émile Roubaud** est désigné pour représenter l'Académie au quatrième **Congrès de Médecine tropicale et Malaria**, qui se tiendra à Washington, du 10 au 18 mai 1948.

CORRESPONDANCE.

M. **Jules Drach**, Membre de l'Académie, MM. **Ferdinand Vandry**, Recteur de l'Université Laval, et **Adrien Pouliot**, Doyen de la Faculté des Sciences,

à Québec, au nom de ces Établissements, adressent l'expression de leurs sentiments de condoléances à l'occasion du décès de M. *Alfred Lacroix*.

Le **Président** et le **Secrétaire général** du **Congrès International des Sciences Anthropologiques** et **Ethnologiques** invitent l'Académie à se faire représenter à la troisième Session de ce Congrès, qui se tiendra à Bruxelles et à Tervueren, au mois d'août 1948.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Francis Cusset. *Mesures américaines, Mesures britanniques, Mesures métriques. Tables complètes de conversions.*

2° Ch. Brunold. *Esquisse d'une pédagogie de la redécouverte dans l'enseignement scientifique.*

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les propriétés des relations fonctionnelles vérifiées par les lois de probabilité des fonctions aléatoires dérivables.* Note de M. **Jean Bass**, présentée par M. Henri Villat.

Soit $X(t)$ une fonction aléatoire admettant une dérivée en moyenne quadratique $U(t)$ continue en moyenne quadratique et telle que $\overline{U}$ existe. Soit $f(x, u)$ une fonction mesurable, bornée en module, pourvue de dérivées secondes continues bornées.

I. On démontre que si la moyenne $\overline{f}$ est dérivable par rapport à t,

$$\frac{d}{dt}\overline{f} = \overline{u\frac{\partial f}{\partial x}} + \lim_{\tau=0}\frac{1}{\tau}\overline{\left[(U_1 - U)\frac{\partial f}{\partial u} + \frac{1}{2}(U_1 - U)^2\frac{\partial^2 f_1}{\partial u^2}\right]} \tag{1}$$

avec

$$f_1 = f[X + \theta(X_1 - X),\ U + \theta(U_1 - U)], \qquad X_1 = X(t+\tau);$$
$$U_1 = U(t+\tau) \qquad (0 < \theta < 1.$$

Nous ferons les *hypothèses* suivantes :

1° La limite du deuxième membre de (1) peut s'écrire $\overline{Bf}$, B étant un opérateur linéaire de l'espace L^{∞} des fonctions mesurables bornées de x, u.

2° Pour tout x fixé, B admet un adjoint A dans l'espace L^1 des fonctions absolument sommables de u.

On a vu [1] que la fonction caractéristique $\varphi(\lambda, \mu, t)$ de $X(t)$, $U(t)$ vérifie alors une équation fonctionnelle de la forme $\partial\varphi/\partial t = C\varphi$. La première hypothèse exprime que $\varphi(\lambda, \mu, t)$ se déduit de $\varphi(\lambda, \mu, 0)$ par une loi déterminée. Si, en particulier, l'opérateur C ne dépend pas de t, on a formellement

$$\varphi(\lambda, \mu, t) = e^{Ct}\varphi(\lambda, \mu, 0).$$

---

(1) E. Arnous, J. Bass et D. Massignon, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 627.

La deuxième hypothèse attache au point aléatoire $X(t)$ une équation de transfert.

Nous allons préciser d'abord les *propriétés de l'opérateur* B :

1° Si $f(x)$ et $g(u)$ sont deux fonctions mesurables bornées

$$B[f(x)g(u)] = f(x)B[g(u)].$$

2° $$B(1) = 0, \qquad \text{et par suite} \quad B[f(x)] = 0).$$

3° Si, en particulier, B est un opérateur différentiel, il est nécessairement de la forme

$$B = \sum_p b_p(x, u, t)\frac{\partial^p}{\partial u^p}.$$

Ces propriétés s'étendent facilement aux vecteurs aléatoires, et au cas où les premiers moments de X, U existent.

II. Nous avons déjà signalé [1], [2] que, si $U(t)$ est organisé en chaîne simple continue avec densité de probabilité, l'opérateur B est un opérateur différentiel du deuxième ordre. Nous allons montrer que cette forme de B résulte d'hypothèses plus générales, ne faisant pas intervenir l'équation de Chapman-Kolmogoroff.

Hypothèses. — 1° $X(t)$, $U(t)$ admettent une densité de probabilité bornée, ne s'annulant pas à distance finie.

2° Si $p(x, y, u, v, t, t+\tau)$ est la densité de probabilité liée de $X(t+\tau)$, $U(t+\tau)$, quand $X(t) = x$, $U(t) = u$,

$$\lim_{\tau=0}\frac{1}{\tau}\iint (v-u)\, p(x, y, u, v, t, t+\tau)\,dy\,dv = a(x, u, t),$$

$$\lim_{\tau=0}\frac{1}{\tau}\iint (v-u)^2\, p(x, y, u, v, t, t+\tau)\,dy\,dv = b(x, u, t),$$

les intégrales étant étendues à tout le plan des y, v.

3° $U(t)$ vérifie la condition de Lindeberg. Si $p_1(u, v, t, t+\tau)$ est la densité de probabilité liée de $U(t+\tau)$ quand $U(t) = u$, on a, pour tout $\varepsilon > 0$,

$$\lim_{\tau=0}\frac{1}{\tau}\int_{|v-u|<\varepsilon} (v-u)^2 p_1(u, v, t, t+\tau)\,dv = 0.$$

LEMME 1. — *La moyenne liée de* $(1/\tau)[X(t+\tau) - X(t)]^2$ *tend vers zéro avec* τ.

LEMME 2. — *La moyenne liée de* $(1/\tau)[X(t+\tau) - X(t)][U(t+\tau) - U(t)]$ *tend vers zéro avec* τ.

LEMME 3. — $\displaystyle\lim_{\tau=0}\frac{1}{\tau}\int_{|v-u|>\varepsilon} (v-u)^2 p(x, y, u, v, t, t+\tau)\,dy\,dv = 0.$

LEMME 4. — $\displaystyle\lim_{\tau=0}\frac{1}{\tau}\int_{|y-x|>\varepsilon,\,(v-u)<\varepsilon} (v-u)^2 p(x, y, u, v, t, t+\tau)\,dy\,dv = 0.$

THÉORÈME. — $\displaystyle\frac{d}{dt}\bar{f} = \overline{u\frac{\partial f}{\partial x}} + \overline{a\frac{\partial f}{\partial u}} + \frac{1}{2}\overline{b\frac{\partial^2 f}{\partial u^2}}.$

---

[2] *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 190.

Remarque. — Si, en particulier, $U(t)$ est organisée en chaîne simple, les moyennes liées relatives à $U(t+\tau)$ pour $X(t)=x$, $U(t)=u$ se réduisent à des moyennes liées pour $U(t)=u$ seulement, et les démonstrations se simplifient. Les fonctions a, b ne dépendent plus de x, mais seulement de u, t.

MÉCANIQUE. — *Sur une classe d'oscillations auto-entretenues.* Note (*) de M. **Nicolas Minorsky**.

Dans les problèmes de la commande d'un système mécanique par un couple produit artificiellement, on rencontre une équation différentio-différentielle de la forme

$$\text{(A)} \qquad \ddot{\theta} + p\dot{\theta} + \omega_0^2\,\theta + q(\lambda)\,\bar{\dot{\theta}} = 0,$$

où les trois premiers termes se rapportent respectivement à l'inertie, l'amortissement et le couple de rappel naturels du système et le dernier correspond au couple produit artificiellement et ayant lieu avec un certain retard h, en sorte que $\bar{\dot{\theta}} = \dot{\theta}(t-h)$ désigne la vitesse angulaire retardée. La constante q peut être variée en fonction d'un paramètre λ.

On constate expérimentalement que tant que $q < q_k$, q_k étant une certaine valeur critique de q, tout se passe comme si l'on avait affaire à une équation différentielle à coefficients constants

$$\text{(B)} \qquad \ddot{\theta} + (p+q)\,\dot{\theta} + \omega_0^2\,\theta = 0.$$

Pour $q \geqq q_k$ une oscillation parasite apparaît avec une amplitude et fréquence variables en fonction de q.

Substituons $\theta = a\,e^{zt}$, $(z = \alpha + i\omega)$ dans l'équation (A). On obtient

$$\text{(C)} \qquad z + \frac{\omega_0^2}{z} + p + q\,e^{-hz} = 0,$$

ce qui montre qu'il existe une relation transcendante entre le décrément α et la fréquence ω. Le régime harmonique s'obtient en posant $\alpha = 0$, ce qui donne

$$\text{(D)} \qquad p + q\cos\varphi = 0; \qquad \frac{g}{\varphi} - \frac{\varphi}{n} = \operatorname{tg}\varphi,$$

où $\varphi = \omega h$; $g = \omega_0^2\,h/p$; $n = p\,h$.

La deuxième de ces équations a une infinité de racines mais, comme ces racines doivent satisfaire aussi à la première équation, il est clair que les racines communes à ces deux équations n'existent que pour une suite de valeurs discrètes q_k du paramètre q. Appelons ces valeurs q_k les *valeurs harmoniques*. On vérifie, en substituant $z = i\omega_k + \Delta z$ dans (C), que pour un écart Δq du

(*) Séance du 23 février 1948.

paramètre de sa valeur q_k le régime harmonique disparaît. On trouve que pour $q = q_k - \Delta q$ le décrément α est négatif (les amplitudes décroissent); pour $q = q_k + \Delta q$, $\alpha > 0$. En ce qui concerne la distribution des fréquences ω_k, ces conclusions sont sensiblement d'accord avec les données expérimentales. Par contre, cette théorie linéaire ne donne aucun renseignement ni au sujet de la valeur de l'amplitude stationnaire ni n'explique le fait que ces oscillations existent quand $q \neq q_k$ (le phénomène de *traînage*). Ces difficultés disparaissent si l'on fait intervenir la théorie non linéaire. Dans notre cas la non-linéarité provient du fait que le couple produit artificiellement en pratique croît moins vite que selon la loi linéaire. Exprimons-le par une relation de la forme $q\dot{\theta} - q_3\dot{\theta}^3$ où nous supposerons que q_3 est une petite constante positive. En appliquant la méthode connue ([1]) [qui consiste à chercher la solution de (B), compte tenu du terme non linéaire sous la forme $\theta = a\sin(\omega t + \beta)$; $\dot{\theta} = a\omega\cos(\omega t + \beta)$ où a et β sont deux fonctions inconnues de t], on obtient deux équations.

$$
(\mathrm{E})\quad \begin{cases} \dfrac{da}{dt} = -\dfrac{1}{2}a(p + q\cos\varphi) + \dfrac{8}{3\omega}q_3 a^3\omega^3\cos\varphi, \\[2mm] \dfrac{d\Psi}{dt} = \Omega(a) = \omega + \dfrac{1}{2}\left[(\omega_0^2 - \omega^2)/\omega + q\sin\varphi - \dfrac{3}{4}q_3 a^2\omega^2\sin\varphi\right] = \omega + \delta\omega, \end{cases}
$$

dans lesquelles $\Psi = \omega t + \beta$; $\Omega(a)$ et ω sont les fréquences non linéaire et linéaire respectivement et $\delta\omega$ est l'écart non linéaire de la fréquence. L'amplitude stationnaire est donnée par la formule

$$
(\mathrm{F})\qquad a_{st} = \frac{1}{\omega_{st}}\sqrt{\frac{4(p + q\cos\varphi_{st})}{3q_3\cos\varphi_{st}}}.
$$

Pour calculer a_{st} dans la première approximation, il suffit de remplacer q et ω dans ces formules par $q_k + \Delta q$ et $\omega_k + \Delta\omega$ en ne gardant que des termes linéaires en Δq et $\Delta\omega$. On obtient ainsi une expression pour a_{st} en fonction de quantités connues h, p, q_k, ω_k, ω_0.

Comme $\cos\varphi$ est toujours négatif dans ce problème pour des raisons physiques évidentes, la formule (F) montre que pour le régime auto-entretenu $p + q\cos\varphi_{st} < 0$, tandis que pour le régime harmonique cette quantité est nulle. On voit ainsi que ces oscillations existent pour des écarts positifs finis du paramètre dans le voisinage de q_k, ce qui explique le phénomène de *traînage*.

Remarquons aussi que dans le voisinage de valeurs q_k le phénomène se comporte conformément à la théorie de Poincaré ([2]). En effet, quand le

([1]) N. Kryloff et N. Bogoliuboff, *Introduction à la Mécanique non linéaire*, Kieff, 1937.

([2]) H. Poincaré, *Œuvres*, 1, 1928, p. 53; M. A. Andronow, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 559.

paramètre varie de $q_k - \Delta q$ à $q_k + \Delta q$, le foyer stable devient instable avec l'apparition du cycle limite dans le voisinage du cercle $a = a_{st}$ dans le plan de phase $(a,\ da/dt)$.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur une solution des équations de la couche limite.* Note de MM. **Marcel Tournier** et **Marc Bassière**, présentée par M. Joseph Pérès.

On considère un fluide incompressible de viscosité dynamique ν et, dans ce fluide, une plaque indéfinie immobile au temps $t = 0$ puis brusquement mise en mouvement de translation avec la vitesse U_0 à partir de cet instant. On peut, en partant des équations de Navier qui se réduisent alors à

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{1}{\nu}\frac{\partial U}{\partial t}, \tag{1}$$

calculer la vitesse U à un instant quelconque t en un point situé à la distance y de la plaque. Le calcul se fait aisément en passant par l'intermédiaire du calcul symbolique et l'on trouve

$$U = U_0\left[1 - erf\left(\frac{y}{2}\sqrt{\frac{1}{\nu t}}\right)\right]. \tag{2}$$

On considère maintenant une plaque finie, perpendiculaire au plan de référence, dont la trace coïncide avec l'axe des x, se déplaçant dans le même fluide d'un mouvement uniforme, de gauche à droite, avec la vitesse U_0, et dont le bord d'attaque passe en $x = 0$ au temps $t = 0$. Les molécules de la tranche fluide d'abscisse $x = 0$, qui étaient au repos avant le passage de la plaque, vont être entraînées par celle-ci. Lorsque le bord d'attaque sera en x, la tranche fluide aura vu passer une longueur x de la plaque, ce qui aura demandé un temps $t = x/U_0$. Les molécules de cette tranche seront donc sensiblement dans le même état de mouvement que si elles étaient au voisinage d'une plaque indéfinie en mouvement avec la vitesse U_0 depuis le temps $t = x/U_0$. Pour un observateur lié à la plaque

$$u_p = U_0\, erf\left(\frac{y}{2}\sqrt{\frac{U_0}{\nu x}}\right), \tag{3}$$

où u_p est la vitesse pour des axes liés à la plaque.

Avec cette équation, on retrouve, pour l'épaisseur de la couche limite, la loi parabolique bien connue. L'épaisseur δ_x de la couche limite à la distance x du bord d'attaque est $\delta_x = 3.645\, x/\sqrt{\mathcal{R}_x}$ au lieu de $4.92\, x/\sqrt{\mathcal{R}_x}$ suivant la formule de Blasius.

La solution proposée n'est qu'approchée, puisque la symétrie qu'on avait supposée ne tient pas compte de l'existence de vitesses transversales.

En réalité, l'équation différentielle complète de la couche limite est celle de Prandtl :

$$(4) \qquad \nu\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^3 u}{\partial x^3} - \nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)^2 + u\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - u\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} = 0.$$

Pour juger de l'approximation de la solution (3), portons-la dans (4). On trouve :

$$(5) \qquad -1 + erf\left(\frac{y}{2}\sqrt{\frac{U_0}{\nu x}}\right) = 0.$$

la relation (5) est satisfaite, et (3) peut donc être considéré comme solution de (4) pour les grandes valeurs de l'argument. Cette solution satisfait aussi aux conditions aux limites $u = 0$ pour $y = 0$ et $u = U_0$ pour $y = \infty$; d'autre part elle a l'avantage sur les solutions en séries de Blasius ou de Pohlhausen d'être dérivable et intégrable.

Pour lui conférer une approximation meilleure dans l'épaisseur de la couche limite, on peut utiliser deux constantes arbitraires p et q de façon que la solution

$$(6) \qquad u_p = U_0\, p\, erf\left(q\,\frac{y}{2}\sqrt{\frac{U_0}{\nu x}}\right)$$

satisfasse l'équation (4) pour une valeur donnée à l'intérieur de la couche limite, et donne la même épaisseur de couche limite que celle trouvée par Blasius. Avec $p = 1,019$ et $q = 0,62$ la différence entre les profils de vitesses de Blasius et de (6) est, en tout point inférieure à 2 %.

Dans un autre ordre d'idées, la fonction $erf(z)$ n'est qu'un cas particulier $\left(E_2(z)\right)$ des fonctions Γ incomplètes

$$(7) \qquad E_n(z) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{1}{n}\right)}\int_0^z e^{-z^n}\,dz.$$

On peut chercher à (4) une solution de ce type. En posant

$$(8) \qquad u_p = U_0 E_n(z) \qquad \text{avec} \quad z = k\,\frac{y}{2}\sqrt{\frac{U_0}{\nu x}},$$

et en substituant dans (4), on trouve

$$(9) \qquad k^2\,\frac{n(n-1)}{2}\,z^{n-2} = E_n(z).$$

Si l'on remarque d'autre part que le développement de $E_n(z)$ est

$$(10) \qquad E_n(z) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{1}{n}\right)}\left[z - \frac{z^{n+1}}{1!\,(n+1)} + \frac{z^{2n+1}}{2!\,(2n+1)} + \ldots\right],$$

on voit que pour identifier (9) et (10) aux termes inférieurs au premier ordre

près, il suffit de faire

$$(11) \qquad n=3 \quad \text{et} \quad 3k^2 = \frac{1}{\frac{1}{3}!} \quad \text{soit} \quad k=0,611.$$

La fonction $u_p = U_0 E_3[0,611(y/2)(\sqrt{U_0/\nu x})]$ *est donc solution de l'équation de la couche limite de Prandtl pour les petites valeurs de l'argument, c'est-à-dire pratiquement dans toute l'épaisseur de la couche limite.*

Avec cette solution on trouve, sans l'introduction d'aucun coefficient arbitraire :

Épaisseur de la couche limite : $\delta_x = 4,60\sqrt{x/\mathcal{R}_x}$ (Blasius 4,92),

Coefficient de frottement local : $C_T = 0,684\sqrt{1/\mathcal{R}_x}$ (Blasius 0,664).

La solution proposée, qui est une fonction plus maniable que le développement en série de Blasius, est une très bonne solution des équations de Prandtl. *Ceci a probablement pour raison profonde* qu'elle a été déduite d'une solution type d'un problème de régime transitoire, et *que le phénomène physique de la couche limite est* en effet *transitoire par rapport au fluide.*

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'application de la méthode rhéoélectrique au calcul des écoulements coniques infiniment aplatis.* Note de M. **Paul Germain**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. Les écoulements coniques se ramènent à l'étude [1] de fonctions analytiques U(Z), V(Z), W(Z) à l'intérieur du cercle (C_0) de rayon unité du plan Z, $(Z = X + iY)$ liées par les relations de compatibilité

$$(1) \qquad -\beta\frac{dU}{dZ} = \frac{2Z}{Z^2+1}\frac{dV}{dZ} = \frac{2iZ}{Z^2-1}\frac{dW}{dZ}.$$

Dans le cas d'un écoulement infiniment aplati, le cône obstacle (C) de sommet O, a pour image une coupure tracée le long de OX, si (C) est intérieur au cône de Mach (Γ) du point O. Si (C) déborde (Γ), les parties correspondantes ont pour images certains arcs du cercle (C_0). Dans tous les cas on connaît les valeurs de w le long de l'obstacle. Nous raisonnerons dans le cas d'un cône entièrement intérieur à (Γ) ayant pour image le segment bc de l'axe OX. On peut supposer que w prenne des valeurs opposées sur les deux bords de la coupure (problème symétrique) ou des valeurs égales (problème portant). Enfin les parties réelles u, v, w de U, V, W sont nulles sur (C_0).

2. L'analogie consiste à identifier la fonction $w(X, Y)$ dans un demi-cercle de (C_0) limité par le diamètre AA′ porté par OX, avec le potentiel électrique qui règne dans un bassin semi-circulaire à fond plat [2]. La demi-circonférence

---

[1] *Voir* nos précédentes Notes, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 183, et **225**, 1947, p. 487-489.

[2] Pour ce qui concerne les analogies électriques *voir* L. Malavard (*Publ. Scient. et Tech. du Ministère de l'Air*, fasc. **153**, 1939).

est portée à un potentiel constant, pris comme zéro de l'échelle des potentiels.

Des électrodes disposées le long de *bc*, permettent la réalisation des conditions aux limites données. Quant aux portions A′ *b*, *c* A, elles seront conductrices et portées au potentiel zéro dans le cas d'un problème symétrique, isolantes dans le cas d'un problème portant. Le problème consiste essentiellement à calculer *u* le long de *bc*, car *u* est proportionnel au coefficient de pression. Les relations (1) montrent que le long de *bc*, $\partial u/\partial X$ est proportionnel à $\partial w/\partial Y$, c'est-à-dire à l'intensité de courant rentrant par les électrodes dans le bassin, grandeur facile à mesurer. L'intégration nécessite la connaissance d'une valeur particulière de *u*, par exemple pour $Z = 0$; or on peut montrer facilement que :

$$u(0, 0) = -\frac{2}{\beta}\int_0^1 w(0, t)\frac{1-t^2}{(1+t^2)^2}\,dt.$$

Il suffit donc de relever la répartition des potentiels le long de OY pour connaître la valeur cherchée.

3. Dans le cas d'un problème portant, il faut, outre les conditions signalées, réaliser aux environs des points *b* et *c*, les singularités de la fonction W(Z) en ces points ([3]). Le réglage des potentiels des parties conductrices des modèles réalisant ces singularités s'obtient en annulant l'intensité en A et en A′.

Dans le cas portant, il est possible d'obtenir le C_z global par une simple mesure électrique. On peut établir en effet la formule

$$C_z = \frac{2\pi}{\beta}\,\frac{(1+b^2)(1+c^2)}{(c-b)(1-bc)}\,\frac{\partial w}{\partial Y}(0, 1);$$

C_z est donc proportionnel à l'intensité au point de la circonférence située sur OY.

4. Nous avons également établi des méthodes purement numériques pour étudier ces écoulements. On peut ramener ce calcul à celui d'un opérateur trigonométrique ([4]), suivi de deux intégrations.

MÉCANIQUE STATISTIQUE QUANTIQUE. — *Équations d'évolution des lois de probabilité et théorie du transfert pour les fonctions aléatoires du second ordre.* Note (*) de MM. **Edmond Arnous** et **Daniel Massignon.**

Nous avons étudié ailleurs ([1]) les propriétés des observables qui forment des ensembles de fonctions aléatoires du second ordre.

Nous allons montrer ici, sur l'exemple des fonctions aléatoires dérivables et pour des *cas purs*, comment on peut former des équations d'évolution et des

([3]) Se reporter à la Note de M. Malavard, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 39.

([4]) *Voir* une Note antérieure, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 765-768.

(*) Séance du 22 mars 1948.

([1]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 318, 557, 785.

équations de transfert analogues à celles de la théorie cinétique. Les résultats s'étendent sans peine aux autres types de fonctions aléatoires et aux *mélanges*. Ne voulant faire aucune hypothèse sur la nature continue ou discontinue des spectres des opérateurs, nous écrirons ces équations en nous servant des fonctions caractéristiques des lois de probabilité; mais nous donnerons aussi les relations que vérifient les densités de répartition, quand les lois sont continues.

1. Soient A une fonction aléatoire dérivable et $\dot{A}$ sa dérivée. Nous avons vu que la loi de probabilité de A à l'instant t avait pour fonction de répartition et pour fonction caractéristique respectivement :

$$\mu(x;\,t) = (\psi,\, U_t^{\star} E_x U_t \psi) \qquad \text{et} \qquad \varphi(s;\,t) = (\psi,\, e^{2\pi i s A_t}\psi). \tag{1}$$

Désignons alors par $\overline{\dot{A}_t}$ la valeur moyenne de $\dot{A}_t$ liée par A_t. Il vient

$$\frac{\partial}{\partial t}\varphi = 2\pi i s\left(\psi,\, \dot{A}_t e^{2\pi i s A_t}\psi\right) = 2\pi i s \int \overline{\dot{A}_t}\, e^{2\pi i s x}\, d\mu. \tag{2}$$

Or, il revient au même de multiplier l'exponentielle par $\overline{\dot{A}_t}$, qui est une fonction de x et t, ou de faire agir sur elle l'opérateur $\{\overline{\dot{A}_t}\}_{\text{op}}$ obtenu en remplaçant x par $(1/2\pi i)(\partial/\partial s)$ dans $\overline{\dot{A}_t}$. Par suite,

$$\frac{\partial}{\partial t}\varphi(s;\,t) = 2\pi i s \{\overline{\dot{A}_t}\}_{\text{op}}\,\varphi(s;\,t). \tag{3}$$

Supposons maintenant la loi de A_t continue et de densité $\rho(x;\,t)$. Dans ces conditions $\varphi(s;\,t)$ est la transformée de Fourier $\mathfrak{T}\rho$ de ρ et

$$\{\overline{\dot{A}_t}\}_{\text{op}} = \mathfrak{T}\,\overline{\dot{A}_t}\,(x;\,t)\,\mathfrak{T}^{-1}.$$

On trouve une *équation de continuité* hydrodynamique

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\,\overline{\dot{A}_t}\right) = 0. \tag{4}$$

2. Supposons à présent la fonction aléatoire A deux fois dérivable. Avec des notations analogues, on obtient :

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} - s\frac{\partial}{\partial s'}\right)\varphi(s,\,s';\,t) = 2\pi i s' \{\overline{\ddot{A}_t}\}_{\text{op}}\,\varphi(s,\,s';\,t). \tag{5}$$

De même, pour une loi continue,

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \dot{x}\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial \dot{x}}\overline{\ddot{A}_t}\right)\rho(x,\,\dot{x};\,t) = 0. \tag{6}$$

Tout ceci s'étend, bien entendu, à une fonction aléatoire vectorielle $\vec{A}$, dont les composantes $A^{(k)}$ et leurs dérivées $\dot{A}^{(k)}$ et $\ddot{A}^{(k)}$ forment un ensemble de fonctions

aléatoires. (6) contient alors comme cas particulier l'*équation de Boltzmann* de la théorie cinétique.

3. Supposons φ et ρ déterminés à partir de l'une des équations précédentes, et cherchons à former, pour une fonction aléatoire deux fois dérivable A, les *équations de transfert* [2] d'une grandeur $\mathcal{F}(A, \dot{A}, t) \in \mathfrak{A}(A)$. Partons de

$$\frac{d}{dt}\mathcal{F}(A_t, \dot{A}_t; t) = \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial t} + \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial A_t}\dot{A}_t + \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \dot{A}_t}\ddot{A}_t, \tag{7}$$

qui est une identité pour $\mathcal{F} = A_t$ ou $\dot{A}_t$, et qui est vraie pour $\mathcal{F} + \mathcal{G}$ et $\mathcal{F}\mathcal{G}$ quand elle est vraie pour $\mathcal{F}$ et $\mathcal{G}$. Posons $\mathcal{F} = e^{2\pi i s A_t} \cdot f(A_t, \dot{A}_t; t)$ et prenons la valeur moyenne de (7); la méthode de calcul qui nous a mené à (3) nous conduit maintenant à

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial t}\bar{f} - 2\pi i s \overline{f\dot{A}_t} - \left(\overline{\frac{\partial f}{\partial t}} + \overline{\frac{\partial f}{\partial A_t}\dot{A}_t} + \overline{\frac{\partial f}{\partial \dot{A}_t}\ddot{A}_t} \right) \right\}_{op} \varphi(s; t) = 0, \tag{8}$$

où l'accolade est une fonction de x et t où l'on a remplacé x par $(1/2\pi i)(\partial/\partial s)$. On en déduit, dans le cas d'une loi continue, une équation de transfert en $\rho(x; t)$. Même chose pour les fonctions aléatoires vectorielles.

Si, dans (8), on fait $f = 1$, $f = \dot{A}_t^{(l)}$ et $f = (1/2)\sum_l \dot{A}_t^{(l)2}$, on trouve respectivement (3), des *équations hydrodynamiques du type d'Euler*,

$$\left\{ \frac{\partial \overline{\dot{A}_t^{(l)}}}{\partial t} - 2\pi i \sum_k s_k \overline{\dot{A}_t^{(k)}\dot{A}_t^{(l)}} - \overline{\ddot{A}_t^{(l)}} \right\}_{op} \varphi(s; t) = 0 \tag{9}$$

et l'*équation de transfert de l'énergie cinétique*.

Ainsi, la Mécanique quantique, à côté des grandeurs microscopiques qui, en général, ne sont pas enregistrables, laisse une place à d'autres observables : les fonctions aléatoires du temps, *enregistrables*, qui correspondent pour la plupart à des *mesures grossières*, comme le montre l'allure classique des équations que nous venons d'obtenir.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une théorie de A. Blondel pour le calcul de l'éclairement produit par un projecteur.* Note de M. **Louis Dunoyer.**

La théorie de l'éclairement produit par un projecteur à grande distance, perpendiculairement à son axe, publiée par Blondel et Lavanchy en 1917 [1], consiste à déterminer, pour un point de l'écran récepteur, la surface utile du

---

[2] Pour ce qui concerne les fonctions aléatoires en physique classique, *voir* J. Bass, *Rev. Sc.*, 83, 1945, p. 3-20.

[1] *Ann. de Physique*, 7, 1917, p. 249-300, et 8, 1917, p. 51-96.

projecteur. Cette surface utile ayant, aux pertes près, la même brillance que la source, il est alors facile de calculer l'éclairement qu'elle produit en ce point. Quand celui-ci s'écarte de l'axe, la surface utile diminue en restant centrée sur l'axe et finit par se réduire à un point coïncidant avec le centre du projecteur; on est alors au bord du champ total.

Il peut paraître paradoxal que la surface utile se réduise ainsi à un élément axial, quel que soit le méridien du point éclairé. De plus, les valeurs du champ de pleine lumière et du champ total sont entièrement différentes de celle que fournit la théorie classique, avec l'approximation de Gauss, et les unes ne peuvent se réduire aux autres. Je me suis proposé d'expliquer cette antithèse.

J'y suis parvenu en reprenant la théorie de Blondel et Lavanchy, sans admettre dès le début, comme ils l'ont fait, que l'écran est à l'infini, mais en admettant avec eux que le demi-angle au sommet du cône de rayons issus d'un point de la surface du projecteur, supposé dioptrique, a pour tangente $(r/f)\cos\gamma$, en désignant par f la focale, par r le rayon du disque plan constituant la source et par γ l'angle focal du point considéré. Si l'on appelle l' la distance de l'écran, d la distance à l'axe du point éclairé, et si l'on prend dans le plan de la lentille l'axe des x dans le méridien de ce point, on obtient comme équation du contour de la surface utile, abstraction faite du bord de la lentille,

$$(1)\qquad \frac{y^4}{f^4}+\left[\left(\frac{d}{l'}\frac{l'}{f}-\frac{x}{f}\right)^2+\frac{x^2}{f^2}+1\right]\frac{y^2}{f^2}+\left(\frac{d}{l'}\frac{l'}{f}-\frac{x}{f}\right)^2\left(\frac{x^2}{f^2}+1\right)-\frac{r^2}{f^2}\frac{l'^2}{f^2}=0.$$

La discussion de cette équation montre que :

1° Pour les valeurs de l'/f inférieures à une certaine limite (donc exclues par la théorie de Blondel et Lavanchy), la courbe représentée par l'équation (1) ne présente qu'une région ovale, quel que soit l'écartement angulaire d/l'; c'est analogue à ce que fournit la théorie classique.

2° Pour les valeurs de l'/f suffisamment grandes, la surface utile est plus complexe, lorsque l'écart angulaire du point éclairé est faible, elle ne comprend encore qu'une région comme ci-dessus; mais quand l'écart angulaire augmente, elle se scinde en deux régions fermées, dont l'une sort rapidement du contour de la lentille et n'intervient plus, tandis que l'autre se rétrécit et finit par se réduire à un point, ce qui correspond au bord du champ total. *L'extinction se produit donc d'une manière toute différente de celle que prévoit la théorie classique*, où le bord du champ total est atteint quand le contour de la lentille est tangent extérieurement à la projection sur le plan de celle-ci de l'image de la source, projection faite à partir du point où l'on considère l'éclairement.

Le point limite auquel se réduit la zone éclairante est d'ailleurs toujours excentré, dans le méridien du point éclairé, mais il tend rapidement vers le centre de la lentille quand l'/f augmente, ce qui explique à la fois le résultat de Blondel et Lavanchy et le paradoxe que ce résultat présente.

Les expressions que l'étude de l'équation (1) fournit pour le champ de pleine

lumière et pour le champ total, en fonction des paramètres l/f, r/f, et y_0/f, y_0 désignant le rayon d'ouverture de la lentille, redonnent les valeurs indiquées par Blondel et Lavanchy quand on fait tendre l/f vers l'infini. Elles redonnent aussi les valeurs indiquées par la théorie classique quand y_0/f tend vers zéro : les calculs complets seront exposés dans un autre Recueil ([2])

La raison profonde des divergences entre les deux théories réside non pas dans les aberrations, au sens usuel du terme, mais en ce que la théorie classique suppose l'existence d'une image de la source à l'infini, avec une ouverture constante du cône des rayons issus d'un point de la lentille, tandis que la théorie de Blondel et Lavanchy exclut la possibilité d'une image de la source à l'infini par la loi reliant l'ouverture du cône de rayons issus d'un point de la lentille à l'angle focal de ce point.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Mesure absolue de la fréquence du rayonnement cosmique effectuée à l'Observatoire de Meudon.* Note (*) de MM. **Anatole Rogozinski** et **Marc Lesage**.

Cette mesure a été faite dans un double but : celui d'obtenir des données expérimentales nécessaires aux travaux en cours et celui de les comparer avec les données analogues, souvent divergentes, obtenues en des endroits différents du globe ([1]).

Méthode employée. — Elle consiste à utiliser un compteur unique qui permet d'obtenir, avec un minimum d'hypothèses et de calculs, la valeur absolue de la fréquence du rayonnement cosmique.

Les trois principales sources d'erreur à considérer ici proviennent : 1° de la difficulté de déterminer le volume sensible exact du compteur; 2° des impulsions résiduelles, dues aux contaminations radioactives de la paroi du compteur et 3° de l'effet du rayonnement radioactif du sol et de l'entourage.

La première a été éliminée en opérant sur la différence ΔN des fréquences d'impulsion données par deux compteurs *ne différant que par la longueur de leur fil axial.* On parvient ainsi à s'affranchir de l'effet de bord, identique pour les deux compteurs. La différence de longueur des fils axiaux sera désignée, par la suite, par ΔL et le diamètre des compteurs par D.

La deuxième a été évaluée par une méthode analogue à celle qui avait servi à

([2]) *Revue d'Optique* (sous presse).

(*) Séance du 31 mars 1948.

([1]) W. Kolhörster et L. Tuwim, *Zeitschr. f. Physik*, **81**, 1933, p. 435; L. Janossy, *Zeitschr. f. Physik*, **88**, 1934, p. 372; J. C. Street et R. H. Woodward, *Phys. Rev.*, **46**, 1934, p. 1029; M. Cosyns, *Bull. Techn. Ass. Ing. Brux.*, 1936, p. 173; D. K. Froman et J. C. Stearns, *Canada J. Res.*, **16**, 1938, p. 29; T. H. Johnson, *Rev. Mod. Phys.*, **10**, 1938, p. 193; J. Clay et C. Levert, *Physica*, **9**, 1942, p. 158.

déterminer le courant résiduel d'une chambre d'ionisation ([2]). Elle consistait à disposer le compteur dans deux endroits, où l'intensité du rayonnement est sensiblement différente et à comparer le rapport des fréquences d'impulsion observées avec le rapport similaire obtenu à l'aide d'une chambre d'ionisation à haute pression. On a pu se servir, à cet effet, de la pièce d'une tour ([3]), où l'intensité du rayonnement se trouve réduite par un écran quasi sphérique de 1^{m} d'épaisseur d'eau distillée inactive, pesant 60 tonnes.

La troisième source d'erreur a pu être éliminée, en effectuant les mesures à l'air libre, loin de tout bâtiment, et en disposant le compteur sur un lit de plomb inactif (activité γ comparable à celle de l'eau distillée) de 7^{cm} d'épaisseur et de surface suffisante pour intercepter, jusqu'à le rendre négligeable, le rayonnement du sol. La masse de plomb utilisée était de l'ordre de une tonne et la réduction ainsi obtenue de la fréquence de comptage était de 34 %.

Conformément à la méthode indiquée, considérons deux compteurs placés horizontalement. En admettant que la distribution du rayonnement cosmique est uniquement fonction de l'angle au zénith θ et qu'elle suit une loi en $\cos^2\theta$, on peut montrer que la fréquence du rayonnement $\mathcal{J}_0$, exprimée en nombre de rayons, ou de groupes de rayons simultanés, traversant, par unité de temps, une sphère de 1^{cm^2} de section et μ donnant naissance à une impulsion, est alors donnée par $\mathcal{J}_0 = (9\,\Delta N)/(8\,D\,\Delta L)$.

Conditions expérimentales et résultats. — Les compteurs utilisés étaient du type métallique, et avaient les caractéristiques suivantes : enveloppe en laiton de 1^{mm} d'épaisseur et de diamètre intérieur de $(26^{mm},0 \pm 0^{mm},1)$; fil axial en tungstène de $0^{mm},1$ de diamètre, limité à chaque extrémité par un tube de protection en verre et ayant une longueur de $(500^{mm} \pm 0^{mm},5)$ pour l'un des compteurs et de $(250^{mm} \pm 0^{mm},5)$ pour l'autre. Remplissage : mélange d'argon (100^{mm} Hg) et d'alcool absolu (10^{mm} Hg). Palier : 950 à 1250 volts environ avec une partie centrale sans pente appréciable. Tension de service : 1100 V.

La numération des impulsions a été effectuée à l'aide d'une échelle de 100, réalisée par le Commissariat à l'Énergie Atomique et mise obligeamment à notre disposition. Ainsi, étant donnée la fréquence relativement faible des impulsions observées, a-t-il été possible de négliger les pertes de comptage.

L'effet résiduel a été trouvé égal à 1,2 impulsion par heure et par centimètre carré de paroi de compteur, et l'effet barométrique à — 0,35 % par mm Hg. Leur détermination a nécessité de nombreuses mesures portant chacune sur un minimum de 12 000 impulsions.

En tenant compte de ces effets, on a trouvé, en définitive, $\Delta N_h = (1,64 \pm 0,045)$ impulsion par seconde, pour une section de $D\,\Delta L = (65^{cm^2},0 \pm 0^{cm^2},11)$.

([2]) A. Rogozinski, *Phys. Rev.*, **60**, 1941, p. 148.
([3]) A. Dauvillier, *Bull. Astronomique*, **10**, 1937, p. 123.

On obtient ainsi

$$\mathcal{J}_0 = (2,84 \pm 0,08) \times 10^{-2} \times \text{cm}^{-2} \times \text{sec}^{-1},$$

valeur rapportée à la pression barométrique de 747^{mm} Hg qui correspond à l'altitude (148^{m} au-dessus du niveau de la mer) de l'Observatoire de Meudon (longitude Est, $0°8'55'',5$ Greenwich; latitude, $+48°48'18''$).

Remarques. — 1. Il eût été préférable d'effectuer les mesures avec un compteur vertical, en raison de son orientation particulièrement symétrique par rapport à la distribution spatiale du rayonnement, et de la simplicité des calculs conduisant à l'expression correspondante de $\mathcal{J}_0$. Cette méthode a été cependant abandonnée, à cause de la quantité excessive de plomb dont il eût alors fallu disposer pour réduire suffisamment le rayonnement du sol.

2. Les valeurs de la fréquence absolue du rayonnement cosmique, obtenues à l'aide de compteurs par différents auteurs (¹), présentent entre elles des écarts notables. Elles s'échelonnent d'environ 0,02 à 0,03 rayon $\times$ cm^{-2} $\times$ sec^{-1} pour la pression normale de 760^{mm} Hg. Ces écarts tiennent, dans une large mesure, à la diversité des caractéristiques des compteurs utilisés et à l'intervention de nombreux phénomènes parasites qui accompagnent de telles mesures. Aussi serait-il souhaitable qu'à l'occasion, par exemple, d'une Réunion Internationale de Physique, l'on établisse des normes de construction des compteurs destinés à ce genre de mesures et que l'on précise les conditions dans lesquelles ces mesures devraient être effectuées. L'adoption de telles règles par tous les physiciens intéressés permettrait de dresser rapidement une carte mondiale homogène des intensités du rayonnement cosmique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude du thioanisole et de ses dérivés.* Note (*) de M. **Paul Cagniant**, présentée par M. Marcel Delépine.

Certaines propriétés physiques du thioanisole (I) diffèrent notablement de celles correspondantes de l'anisole : point d'ébullition, spectre UV, etc. De même, certaines de ses propriétés chimiques, ainsi la métallation (¹) par le *n*-butyllithium se fait sur le groupement méthyl-mercapto, tandis que celle de l'anisole a lieu sur le noyau benzénique, en position ortho. La déméthylation (²) par l'acide iodhydrique-acétique ne se fait pas avec le thioanisole, alors qu'avec l'anisole elle conduit facilement au phénol. Pour mettre en évidence de nouvelles différences de réactivité, nous avons étudié la condensation du thioanisole,

---

(*) Séance du 31 mars 1948.

(¹) H. Gilman et Webb, *J. Amer. Chem. Soc.*, 62, 1940, p. 987.

(²) F. Arndt et Coll., *Ber. deut. Chem. Ges.*, 72, 1839, p. 1860.

selon Friedel-Craft, avec quelques chlorures d'acides : acétique, propionique, butyrique, valérique, benzoïque et phénylacétique. Nous avons obtenu avec de bons rendements les cétones correspondantes : *p*-acétylthioanisole (II), *p*-propionylthioanisole (III), *p*-butyrylthioanisole (IV), *p*-valéroylthioanisole (V), *p*-benzoylthioanisole (VI) et *p*-phénylacétylthioanisole (VII).

$CH_3S-C_6H_4-R$

(I) R = H,	(VIII) $R = CH_2.CH_3$,
(II) $R = CO.CH_3$	(IX) $R = CO.(CH_2)^2.COOH$,
(III) $R = CO.CH_2.CH_3$	(X) $R = (CH_2)^3.COOH$,
(IV) $R = CO.CH_2.CH_2.CH_3$,	(XI) $R = CO.(CH_2)^3.COOC_2H_5$,
(V) $R = CO.(CH_2)_3.CH_3$,	(XII) $R = (CH_2)^4.COOH$,
(VI) $R = CO.C_6H_5$,	(XIII) $p.CH_3O-C_6H_4-(CH_2)^3.COOH$.
(VII) $R = CO.CH_2.C_6H_5$.	

La réduction de (II), selon Clémmensen, nous conduit au *p*-éthylthioanisole (VIII). Avec l'anhydride succinique et le thioanisole nous avons obtenu l'acide β-*p*-thioanisoyl-propionique (IX), réduit facilement, selon Clemmensen, en acide γ-*p*-thioanisoyl-butyrique (X). De même avec le chlorure-ester éthylique de l'acide glutarique, nous obtenons le γ-*p*-thioanisoyl-butyrate d'éthyle (XI), dont la réduction de l'acide correspondant conduit à l'acide δ-*p*-thioanisyl-valérique (XII). Les chlorures des deux acides (X) et (XII) se refusent à toute cyclisation, en milieu sulfocarbonique et sous l'influence de Cl_3 Al. Dans les mêmes conditions le chlorure de l'acide γ-*p*-méthoxy-phényl-butyrique (XIII) se cyclise aisément en méthoxy-7 tétralone-1; par contre, le chlorure de l'acide δ-*p*-méthoxy-phényl-valérique se refuse également à toute cyclisation. Ces faits semblent démontrer que le thioanisole est un peu moins réactif que l'anisole, vis-à-vis de la réaction de Friedel-Crafts intramoléculaire. Les cétones (II), (III) et (VII) se condensent très bien avec l'isatine et ses dérivés, selon Pfitzinger, pour donner les acides cinchonimiques substitués correspondants [3].

Le *p*-butyrylthioanisole (IV) se condense encore avec l'isatine et la méthyl-5 isatine pour donner, après décarboxylation des acides correspondants : l'éthyl-3 *p*-thioanisyl-2 quinoléine (XIV) et la méthyl-6 éthyl-3 *p*-thioanisyl-2 quinoléine (XV). Par contre, le *p*-valéroylthioanisole se refuse à toute condensation, il en est de même avec le *p*-valéroylanisole.

R′, R, N, SCH_3

(XIV) $R=CH_2.CH_3$, $R'=H$
(XV) $R=CH_2.CH_3$, $R'=CH_3$

Description des corps obtenus. — Le tétrachlorure d'acétylène nous semble être le

(3) *Voir* P. Cagniant, *Bulletin de la Soc. Chim.* (à paraître.)

meilleur solvant pour préparer les dérivés cétoniques du thioanisole; la réaction se fait à une température sensiblement plus élevée qu'avec l'anisole.

(II) $C_9H_{10}OS$, $É_{10}$ 170°; F 79°; cristaux incolores (éther de pétrole). Semicarbazone $C_{10}H_{13}ON_3S$, F 212-213°; petites paillettes incolores brillantes. (III) $C_{10}H_{12}OS$, F 63°; belles paillettes nacrées incolores (éther de pétrole); semicarbazone $C_{11}H_{15}ON_3S$, F_{inst} 167°; cristaux incolores. (IV) $C_{11}H_{14}OS$, F 67°; cristaux incolores (éther de pétrole); semicarbazone $C_{12}H_{17}ON_3S$, F 145°; cristaux incolores (alcool). (V) $C_{12}H_{16}OS$, F 54°; aiguilles brillantes incolores; semicarbazone $C_{13}H_{19}ON_3S$, F_{inst} 177°; cristaux incolores. (VI) $C_{14}H_{12}OS$, $É_{11}$ 217°; F 79°; paillettes incolores. (VII) $C_{15}H_{14}OS$, F 101°; fins cristaux (alcool). (VIII) $C_9H_{12}S$, $É_{15}$ 101°; d_4^{17} 1,007, n_0^{17} 1,5263. (IX) $C_{11}H_{12}O_3S$, F 153°; cristaux incolores (benzène). (X) $C_{11}H_{14}O_2S$, F 49°; paillettes incolores, très solubles dans le benzène. (XI) $C_{14}H_{18}O_3S$, F 44°; paillettes incolores (éther de pétrole); acide γ-*p*-thioanisoylbutyrique correspondant $C_{12}H_{14}O_3S$, F 136°; petits cristaux incolores; semicarbazone $C_{13}H_{17}O_3N_3S$, F 220°; paillettes nacrées incolores. (XII) $C_{12}H_{16}O_2S$, F 82°; petites aiguilles incolores; amide correspondant $C_{12}H_{17}ONS$, F 127-128°; petites aiguilles incolores (alcool). (XIV) $C_{18}H_{17}NS$, $É_6$ 220°; F 81°; cristaux incolores assez solubles dans l'alcool; picrate F_{inst} 191°; cristaux jaunes, très peu solubles dans l'alcool chaud. (XV) $C_{19}H_{19}NS$, $È_5$ 225°; F 98°; aiguilles soyeuses incolores; picrate, F_{inst} 190°, cristaux jaunes (alcool). Nous poursuivons des recherches analogues avec le sélénoanisole.

GÉOLOGIE. — *Rapports entre Danien et Calcaire pisolithique*. Note (*) de M. **André Chavan**, transmise par M. Charles Jacob.

Le Danien, dernier terme du Crétacé, ne contient plus d'Ammonites, mais deux Nautiles caractéristiques, *Hercoglossa danica* (Schloth.), *Nautilus Bellerophon* Johnstr. (*Heberti* d'Orb.). Défini au Danemark, cet étage est demeuré imprécis dans le Nord-Ouest de l'Europe. Ravn, après Vincent, reconnut sa présence en Limbourg (sondage d'Eysden). Dans le bassin de Paris, plusieurs gisements du *Calcaire pisolithique*, comme Vigny, furent rapportés, notamment par Haug, au Danien terminal, alors que d'autres (Meudon) prenaient place dans un Montien plus récent. Plus anciennement, Hébert n'avait vu dans l'ensemble qu'un témoin de la fin du Crétacé. Récemment, au contraire, Soyer donne un âge montien au *pisolithique*, âge mis toutefois en doute par divers auteurs.

Il faut d'abord rappeler que Danien et Montien se séparent tant par la différence d'ancienneté de leurs faunes, marquée par une chute sensible du pourcentage des genres éteints, que par la nature desdites, chargées d'immigrés méridionaux venus par l'Est au Danien, par l'Ouest au Montien. Les deux étages se superposent à Eysden comme au Danemark et sont séparés par une lacune.

Or, la faune du *pisolithique* tient du Danien par la présence des deux Nautiles comme d'un intéressant Lamellibranche de Faxe, *Ciplyella pulchra* (Ravn) (*Chama supracretacea* d'Orbigny), perpétué en Belgique dans une formation

(*) Séance du 22 mars 1948.

d'âge danien terminal ou montien inférieur (tuffeau de Ciply). Dans le *pisolithique*, ces éléments daniens caractéristiques s'associent à des formes encore plus anciennes, survivantes du Maestrichtien, comme *Lithophaga ciplyana* (Ryckh.), *Botula similis* (Ryckh.), *Brachidontes Cottæ* (Roem.) forme *phædra* (d'Orb.), surtout *Lima* (*Acesta*) *tecta* Goldf., *Neithea regularis* (Schloth.), *Chlamys dentata* (Nilss.), *C.* (*Lyropecten*) *cicatrisata* (Goldf.). Mais ces dernières n'ont été rencontrées qu'à Montereau, Vertus, Vigny, gisements dont la faune entière est de cachet visiblement plus archaïque que celle de localités comme Meudon, Montainville, Port-Marly ou Rueil, où les coquilles du calcaire de Mons prédominent au contraire sur celles de Ciply, Faxe ou Mæstricht.

Il semble effectivement ainsi que les formes montiennes aient diffusé dans le Bassin de Paris depuis l'Ouest vers l'Est, où elles paraissent moins nombreuses, tandis qu'y vivaient celles, résiduelles, d'origine orientale. C'est exactement l'hypothèse formulée par Ravn pour Ciply, dont la faune mixte s'explique par la pénétration dans une mer close danienne (ancienne terminaison Ouest, coupée, d'une grande mer venue de Russie sur la Pologne, l'Allemagne du Nord et le Danemark) d'un diverticule Est de l'Atlantique-Manche, précédant une trangression montienne plus étendue.

Voici quelques remarques confirmant l'extension de cette hypothèse :

1° Les formes crétacées mentionnées sont bien résiduelles. Il ne peut s'agir, pour leurs gisements, de dépôts antérieurs au Danien élevé, car, dans l'un des plus archaïques, Vertus, coexistent en nombre un Cérithe (*Ptychocerithium*), paraissant l'adulte d'une espèce de Mons (*sexlinum* Br. et C.) et une Vénéricarde du Montien d'Allemagne et de Copenhague, *Venericor Rœdeli* (Ravn).

Or, les argiles de Copenhague n'ont pas d'espèces communes avec Mons, aussi Grönwall, Ravn admettent-ils qu'au moment de leur dépôt (un peu semble-t-il, avant Mons) la mer orientale terminée au Danemark et l'Atlantique-Manche avançant vers Ciply n'avaient encore pas de rapports directs. Ainsi, la coexistence de ces deux formes prouverait la présence, à l'époque du *pisolithique*, d'une liaison des mers danoises avec l'Atlantique, par lequel immigrèrent, comme on sait, les *Ptychocerithium*, et bien des genres mésogéens venus jusqu'à Ciply.

2° Les plus grandes affinités de la faune sont bien avec ce gisement belge. Sur 77 espèces étudiées jusqu'ici, j'en ai trouvé 7 du Maestrichtien, 5 de Faxe, dont 2 antérieurement présentes, 2 de Copenhague, 20 de Ciply, dont 4 des antérieures, 9 continuées à Mons, 16 de Mons et 33 spéciales.

3° Enfin, le *pisolithique* renferme des genres dont la présence est caractéristique, pour l'un, *Clavilithes* (n. sp.) d'une venue méridionnale par l'Est (le genre existe à Faxe et Copenhague, mais manque dans le Paléocène belge), pour les autres, comme *Chama* (*C. ciplyensis* Vinc.), *Miltha* (*M. montensis* Coss.), *Mesalia* (*Turritella patula* Br. et C.), *Semivertagus* (*Cerithium urania* d'Orb.), *Batillaria* (*Cer. inopinatum* Desh.), d'une introduction méridionale aussi, mais par l'Ouest, ces genres, inconnus au Danemark, paraissant à Maestricht, Ciply ou Mons. Or, dans le *pisolithique*, ils ne se sont encore rencontrés qu'*à l'ouest* du Bassin.

Ces premières observations corroborent donc l'ancienne opinion d'un âge

danien supérieur pour certains gisements de la formation étudiée. L'étage existerait ainsi dans le Bassin de Paris, où se serait terminé en Champagne et dans l'Oise un diverticule Sud de la mer danienne à *Crania* de Belgique et de Faxe. Puis un prolongement de la Manche aurait pénétré par la vallée de la Seine (époque de Ciply), semblant contourner le Bray et l'Artois pour atteindre la Belgique par la Champagne et la Flandre. Le Bray et l'Artois auraient été franchis par la suite (époque de Mons), tandis que s'asséchait le diverticule parisien (marnes de Meudon). L'absence en Angleterre de Montien, comme le renouvellement au Thanétien de la communication Nord seule, puis de l'occidentale au Cuisien, paraissent appuyer cette manière de voir. On peut donc espérer retrouver quelque jour dans le Bassin de Paris une superposition du type Eysden, où, sous des formations comme Montainville, apparaîtraient des dépôts coquilliers plus archaïques du type Montereau.

BIOLOGIE FLORALE. — *Note préliminaire sur la cinétique florale de l'*Echium vulgare *L.* Note de M. **Paul Jaeger**, présentée par M. René Souèges.

Toute la journée durant, depuis 5 à 6 heures du matin, jusqu'après 8 heures du soir (juillet-août), on peut rencontrer, chez l'*Echium vulgare* (Vipérine), des boutons floraux en voie d'épanouissement. Les mouvements d'éclosion sont lents, continus et presque imperceptibles à l'œil nu; pour passer d'un bouton floral avancé à une fleur complètement épanouie, il faut, par une matinée ensoleillée de juillet-août, un laps de temps d'environ 40 minutes. La durée de l'activité reproductrice d'une fleur d'*Echium vulgare* est de 2 jours ([1]).

Premier jour ([2]). — Le signal de l'ouverture du bouton floral est donné par l'écartement des lobes corollins postérieurs des lobes antérieurs. Les étamines, repliées dans le bouton floral, gagnent, dans un ordre toujours le même, leurs positions respectives : les anthères des deux étamines antérieures sont les premières à se dégager, celles des deux étamines latérales, aux filets courbés vers la ligne médiane, restent un peu plus longtemps cachées par les lobes corollins postérieurs, et, dès le début de l'épanouissement, on remarque au fond de la corolle l'étamine impaire, de taille plus petite et à filet courbé en S. Dès les premiers mouvements des lobes corollins, les anthères sont en déhiscence quel que soit le moment de la journée où se produit le phénomène. Au moment de l'ouverture de la fleur, les branches stylaires, rapprochées l'une de l'autre, se terminent par des stigmates non encore réceptifs. La fleur est au *stade mâle*. En l'espace de quelques heures, le style

([1]) Ces observations ont été faites en juillet-août 1947 sur des sujets d'*Echium vulgare* poussant dans leur milieu naturel dans un terrain vague à la périphérie de Strasbourg.

([2]) Cas de fleurs hermaphrodites épanouies au début de la matinée.

double de longueur, adopte une courbure à concavité postérieure et soulève au-dessus des anthères les stigmates devenus nubiles. Les stigmates d'une fleur épanouie au début de la matinée deviennent réceptifs vers le milieu du jour. En même temps que s'effectuent les mouvements d'éclosion, la corolle change de coloration : le pourpre violacé du bouton floral est remplacée par un bleu clair.

L'expulsion et la dissémination de l'abondante et gluante masse pollinique est facilitée par un *appareil particulier* qui n'aurait jamais été signalé, même par Darwin, et qui, le pollen une fois enlevé, se présente à la surface de l'anthère comme une masse d'aspect pelucheux, aranéeux. Cette masse est formée d'un ensemble de poils longs, pluricellulaires, unisériés, insérés au niveau des régions marginales se faisant face, et courbés en demi-cercle vers le bord opposé.

Au début du *deuxième jour* l'état de choses est sensiblement ce qu'il a été la veille : étamines à filets turgescents, anthères pratiquement débarrassées de leur pollen, stigmates nubiles dominant les anthères; la fleur est au *stade femelle*. Vers le milieu du jour les premiers signes du flétrissement se manifestent : la corolle se rétrécit, ses lobes cessent d'être turgescents, les filets s'inclinent vers la ligne médiane. Le style, par contre, est toujours dressé, à concavité postérieure, et ses stigmates toujours aptes à recevoir l'agent fertilisant.

Le *troisième jour* la fleur se flétrit : la corolle se ratatine, sa coloration tend vers un bleu foncé grisâtre et les filets se recroquevillent en tous sens. Le bouton floral situé devant la fleur flétrie grossit, se charge d'un pigment pourpre violacé et ne tarde pas à s'épanouir.

L'inflorescence de la Vipérine, une cyme unipare scorpioïde, est parcourue, de la base au sommet, par une onde d'épanouissement à progression lente. Le nombre de fleurs épanouies, en état d'activité reproductrice, qu'il est possible de rencontrer dans une inflorescence d'*Echium vulgare*, n'est jamais supérieur à deux, et encore, ces deux organes ne se trouvent-ils jamais au même stade, la fleur épanouie en dernier lieu pouvant être au stade mâle et l'autre au stade femelle. Un processus aussi régulier s'explique par l'épanouissement successif des fleurs, par la durée de leur anthèse et par la vitesse de propagation de l'onde d'épanouissement.

ZOOLOGIE. — *Sur la distribution géographique des genres* Norodomia *et* Hislopia, *Bryozoaires ectoproctes d'eau douce*. Note (*) de M. **Constantin Dawydoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

1. Le genre *Norodomia Jullien* [malencontreusement orthographié *Norodonia* ([1]) par son auteur], a été établi sur une espèce, *N. cambodjiensis* Jul.,

(*) Séance du 22 mars 1948.

([1]) Le genre a été dédié au roi du Cambodge, dont le nom est *Norodom* et non pas *Norodon*.

trouvée dans le Mékong sur une coquille d'*Unio delphinus* Leer. Une autre espèce du même genre, *N. sinensis* Jul., décrite par le même auteur sur des échantillons attachés aux *Anodonta sauriformis* Say, vit dans les eaux douces de la Chine méridionale. Plus tard, la première espèce a été retrouvée aux environs de Canton, sur les coquilles de *Symphineta bialata* Lea.

Pendant mes prospections zoologiques dans la région du Cambodge, j'ai pu constater la présence de *Norodomia cambodjiensis* dans le Grand Lac, où ce Bryozoaire a été recueilli par moi maintes fois, et j'arrive à la conclusion qu'il doit être commun dans ce lac. Quoi qu'il en soit, sur un bon quart des *Unionidæ* (*Unio delphinus*) draguées sur les fonds vaseux du Lac, j'ai pu constater la présence des colonies caractéristiques ramifiées et rampantes de l'Ectoprocte qui nous occupe, adhérentes à la surface externe de la coquille du Lamellibranche (dans les cas où l'on a affaire à des coquilles vides, on trouve parfois les colonies de *Norodomia* sur leur surface interne). Il est à noter que j'ai observé plusieurs colonies de *Norodomia* dont les zoécies présentent des traits morphologiques intermédiaires entre ceux qui sont propres à *N. cambodjiensis* typique et ceux qui caractérisent *N. sinensis*, surtout en ce qui concerne l'allure générale de la colonie, le comportement extérieur de la zoécie et la forme de son orifice externe. Bref, je ne serais pas étonné si, après une analyse taxonomique soigneuse des deux formes, elles étaient réunies par les systématiciens en une seule espèce.

2. Le deuxième ectoprocte gymnolème d'eau douce dont j'ai constaté la présence dans la faune de l'Indochine est *Hislopia* Carter, genre appartenant à la même famille que *Norodomia* (fam. *Hislopidæ*) et dont la repartition est limitée jusqu'ici à l'Hindoustan : l'espèce unique du genre en question (*H. lacustris* Cart.) a été trouvée au centre de l'Inde. Or, j'ai eu la chance de trouver un représentant du genre *Hislopia* dans le système fluvial du Mékong, au Laos.

Un de mes échantillons provient d'une mare (dépendance directe du Mékong) entre Louang-Prabang et Paklaï. La colonie est lamelleuse, peu cohérente, à contours extérieurs mal délimités. Elle adhère à un fragment d'une coquille d'*Anodonta* (l'espèce n'a pu être déterminée). Notons que l'espèce type vit dans l'Inde sur les Gastéropodes d'eau douce (*Paludina bengalensis*) et sur les tiges des plantes aquatiques. Une autre colonie d'*Hislopia* a été trouvée par moi fixée sur un morceau de bois, dans du matériel ramassé dans le Grand Lac du Cambodge, par le *de Lanessan*.

Il est à remarquer qu'à en juger par quelques caractères morphologiques (armature particulière de l'orifice externe de la zoécie, forme générale de cette dernière), il me semble probable que l'*Hislopia* de l'Indochine appartient à une espèce différente de l'espèce type qui habite le système fluvial et lacustre de l'Hindoustan.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'induction expérimentale de l'ovaire droit chez l'embryon d'oiseau.* Note de M. **Étienne Wolff** et Mme **Émilienne Wolff**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'absence d'ovaire droit chez la plupart des oiseaux adultes tire son origine d'une asymétrie des gonades embryonnaires. Des expériences de castration réalisées sur des adultes ou sur des poussins, parmi lesquelles il convient de citer les recherches de J. Benoit (1932) (1), donnent à penser que le rudiment de la gonade droite est morphologiquement homologue d'un testicule. L'embryologie confirme cette assimilation, car la gonade droite embryonnaire n'est constituée que par des cordons médullaires, tandis que la gonade gauche montre les deux constituants normaux d'un ovaire embryonnaire : médulla et cortex.

Nous nous sommes demandé s'il n'était pas possible de faire développer un cortex droit à l'aide de substances hormonales appropriées. En effet, si l'on considère le développement normal des deux gonades, on constate que l'épithélium germinatif droit régresse à un stade où l'épithélium gauche est encore bien développé chez le mâle, et où la deuxième poussée de cordons sexuels n'a pas encore débuté chez la femelle. Cette régression a lieu à partir du 5e jour, et l'on constate que l'épithélium droit est réduit à une très mince assise de cellules aplaties, alors que l'épithélium gauche est constitué par des cellules hautes, à noyaux ovalaires, entre lesquelles s'insèrent de nombreux gonocytes.

Peut-on empêcher la régression de l'épithélium germinatif droit et induire le développement d'un cortex, en injectant assez tôt à l'embryon une substance hormonale du groupe des œstrogènes? On sait que de telles substances, injectées avant le huitième jour de l'incubation, induisent le développement d'un cortex gauche chez les mâles, qu'elles transforment en intersexués (2). On pouvait espérer que des substances hormonales appropriées, injectées avant la régression de l'épithélium germinatif droit, pourraient maintenir cet épithélium et provoquer sa transformation en cortex.

Afin que l'action soit très précoce et que la substance arrive en quantité appréciable aux ébauches génitales dans un minimum de temps, nous nous sommes adressés à une hormone artificielle, l'ester méthylique de sodium de l'acide *bis*-déhydrodoisynolique, préparé par Miescher (3). Cette substance, très soluble dans l'eau, offre l'avantage de pouvoir être injectée en solution aqueuse, et d'être rapidement absorbée par le jeune embryon (4).

Nous utilisons des solutions à 2 mg/cm^3; nous les injectons à des embryons de poulet de race Leghorn blanche, entre le 3e et le 5e jour de l'incu-

(1) *Arch. Zool. expér.*, 73, 1932, p. 1-112.

(2) E. Wolff et A. Ginglinger, *Arch. Anat., Hist. et Embr.*, 20, 1935, p. 219-278.

(3) K. Miescher, *Helvetica chimica acta*, 27, 1944, p. 1727-1735.

(4) Nous devons à l'obligeance des Drs Miescher et Wettstein d'avoir pu expérimenter sur cette substance.

bation, à raison de $0^{mg},1$ à $0^{mg},24$ par embryon. Cette substance, employée à ces doses, produit infailliblement l'inversion sexuelle des embryons mâles, dont la gonade gauche est transformée en un ovaire typique.

La gonade droite, macroscopiquement plus étroite et généralement plus courte que la gonade gauche, présente des modifications remarquables de sa structure histologique.

1° Chez les mâles intersexués, la gonade droite, au lieu d'être un testicule de dimensions réduites, ou un organe rudimentaire de structure lacunaire, comme dans nos expériences antérieures, a la structure d'un ovaire, avec un cortex périphérique et une médullaire lacunaire. Nous avons observé un cortex droit dans 14 cas, sur 17 qui ont été étudiés histologiquement. Le cortex ne s'étend pas toujours sur toute la surface de la glande, il constitue parfois des îlots indépendants les uns des autres, qui ont extérieurement l'aspect de renflements ou de chapelets, et qui s'enfoncent en coin dans l'épaisseur des cordons médullaires. Dans 3 cas, il n'y a pas de cortex caractéristique, mais on observe par places de petits lambeaux d'épithélium germinatif avec de légères proliférations. Le cortex droit, au 14e jour de l'incubation, a un aspect compact. Il est constitué par de vastes îlots à ovogonies ou à ovocytes, de même structure et de même épaisseur que les cordons de Pflüger du cortex gauche.

2° Chez les femelles génétiques, la stimulation du cortex droit paraît moins intense. La gonade n'est généralement pas plus développée, à l'aspect extérieur, que la gonade droite rudimentaire d'un embryon normal, mais sa structure est profondément modifiée. Dans 4 cas sur 5 qui ont été soumis à l'investigation histologique, il y avait des proliférations corticales nettes.

Conclusion. — Une hormone œstrogène, l'acide méthyl-*bis*-déhydrodoisynolique, injectée, à un stade précoce, en quantité suffisante à des embryons de poulet, assure le maintien de l'épithélium germinatif droit et sa transformation en cortex. Ainsi, la gonade droite se développe en ovaire comme la gonade gauche.

On peut se demander si cet effet est dû à une action spécifique de la substance employée, ou s'il dépend du stade de l'intervention. La deuxième hypothèse est la plus vraisemblable, car des injections de la même substance après le 5e jour de l'incubation n'induisent plus de cortex dans la gonade droite. Des expériences sont actuellement en cours pour tenter d'obtenir le même effet avec d'autres hormones œstrogènes.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Réactivité du* Xenopus lœvis *Daudin mâle aux gonadotrophines hypophysaires et chorioniques. Application au diagnostic biologique de la grossesse.* Note de M. **Louis Gallien**, présentée par M. Maurice Caullery.

La publication toute récente de H. Hinglais et M. Hinglais [1] relative à

---

[1] *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1041.

l'utilisation du mâle de *Rana temporaria* et *Rana esculenta* comme test de la grossesse, nous incite à publier les premiers résultats obtenus dans le même esprit chez *Xenopus lævis* Daudin.

Ces expériences sont la suite de l'observation de De Robertis Burgos et Breyter (²), qui ont constaté que les extraits d'hypophyse antérieure provoquent l'émission du sperme chez le crapaud américain *Bufo arenarum* Hensel. Ultérieurement, Galli-Mainini (³) a montré que les gonadotrophines de l'urine de femme enceinte avaient le même effet. Le test peut alors servir au diagnostic de la grossesse chez la femme.

Au cours des essais réalisés chez *Xenopus lævis*, nous avons constaté que la réaction du mâle de cette espèce se traduit par deux critères très nets : noircissement intense de la callosité d'une part, émission dans l'urine de spermatozoïdes d'autre part. On vérifie la présence de ces derniers dans l'urine recueillie par une ponction rectale à l'aide d'une pipette fine à bords mousses. On sait qu'en captivité le mâle de *Xenopus lævis* ne s'accouple pas, ou du moins s'accouple très rarement, et le plus souvent mal; quand le fait se produit, l'amplexus ne dure généralement pas. Par conséquent, il est rare et difficile d'obtenir la ponte spontanée du *Xenopus* dans ces conditions.

Une première série d'essais a été faite en injectant, dans la cavité abdominale de mâles, des hypophyses de crapaud broyées dans 2$^{cm^3}$ d'eau physiologique. Comme nous cherchions à déclencher l'ensemble des processus de l'accouplement et de la ponte, nous avons utilisé des doses élevées (10 à 20 hypophyses de crapaud). Dans ces conditions, et dans les 24 heures, on assiste à un noircissement intense de la callosité, laquelle s'étend chez le mâle de cette espèce sur la face interne des doigts, de l'avant bras et, d'une manière moins constante, du bras. Chez l'animal captif, la coloration de la callosité est généralement gris pâle. Le nouvel aspect est dû au développement rapide et au noircissement des papilles kératinisées épidermiques. En même temps, dans les deux heures qui suivent l'injection et jusqu'à 24 heures après, l'examen de l'urine prélevée par voie rectale révèle, dans celle-ci, de nombreux spermatozoïdes.

Les témoins n'ont montré aucune activation de la callosité et pas de spermatozoïdes dans les urines.

Une seconde série d'expériences a été faite en utilisant de l'urine de femme enceinte de 3 à 5 mois. Nous avons injecté dans le sac lymphatique dorsal, en deux jours consécutifs, un total de 2 à 3$^{cm^3}$ d'urine brute non concentrée. Dans ces conditions, nous avons constaté le noircissement de la callosité. La présence de sperme dans l'urine a été observée, mais n'était pas constante. Ceci tient vraisemblablement à une concentration insuffisante de l'urine. En tout cas, à l'autopsie, le canal de Wolff des mâles avait un aspect lactes-

(²) *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 61, 1946, p. 20.

(³) *Semana medica*, 64, 1947, p. 337 et *J. Clin. Endocr.*, 7, 1947, p. 653.

cent, dû au flux de spermatozoïdes. Des expériences sont en cours à cet égard, en utilisant des urines concentrées. Il reste de plus à vérifier la spécificité du test.

Il semble bien que la réaction des mâles d'Anoures à l'injection de gonadotrophines hypophysaires ou chorioniques soit assez générale. Dans ces conditions, l'emploi du mâle de *Xenopus* présente un intérêt particulier pour le diagnostic de la grossesse. D'une part, on peut doubler le test de Hogben (ovulation et ponte des femelles de *Xenopus*) par l'emploi des mâles, jusqu'alors inutilisés. D'autre part, et surtout, on peut disposer d'un animal-réactif utilisable toute l'année, ce qui n'est pas le cas pour les crapauds et grenouilles de nos régions; leur période de ponte est limitée dans l'année et ils présentent un cycle sexuel testiculaire annuel. Chez la Grenouille rousse, par exemple, qui pond en mars, on assiste à partir d'avril à une involution du testicule et, en juin-juillet, il n'existe plus de spermatozoïdes dans la gonade. En été, la spermatogénèse s'effectue, et c'est en septembre que l'animal est à nouveau sexuellement mûr. Il est donc vraisemblable que le test basé sur l'émission de sperme dans l'urine ne sera pas applicable pendant une partie de la belle saison. L'emploi du *Xenopus* mâle doit lever cette servitude.

CHIMIE BIOLOGIQUE — *Formation par réaction de Stickland des acides isobutyrique, isovalérianique et valérianique optiquement actif chez un groupe d'anaérobies protéolytiques*. Note (*) de M[me] **Germaine Cohen-Bazire**, MM. **Georges N. Cohen** et **André-Romain Prévot**, transmise par M. Maurice Javillier.

Prévot et Zimmès ([1]) et Prévot ([2]) ont établi que les espèces *Clostridium valerianicum et Cl. caproicum*, espèces anaérobies strictes, produisent respectivement une fermentation valérianique-acétique et une fermentation caproïque-acétique quand elles sont cultivées sur bouillon de viande et de foie glucosé à 10 ‰.

Nous avons vu que cette fermentation se fait aussi bien en milieu non glucosé et avons alors pensé que les acides valérianique et caproïque ne sont pas des catabolites provenant de la dégration du glucose. En faisant agir des suspensions lavées de ces deux germes sur le glucose et le pyruvate, nous n'avons obtenu que de l'acide acétique. Le glucose est d'ailleurs faiblement attaqué par les suspensions.

Nous avons alors pensé, vu les indéterminations de la méthode de Duclaux lorsque l'on est en présence d'un acide supérieur et d'acide acétique dans la proportion 1/1, qu'il pouvait s'agir d'acides ramifiés provenant de la valine, de la leucine ou de l'isoleucine. Nous avons fait agir à pH 7 des suspensions lavées provenant de cultures de 17 heures des souches A22B de *Cl. caproicum* et A36A de *Cl. valerianicum* sur la valine, la leucine et l'isoleucine en anaérobiose. Nous n'avons obtenu ni désaminations, ni acides volatils. Par contre,

(*) Séance du 31 mars 1948.

([1]) *C.-R. Soc. Biol.*, **140**, 1946, p. 110.

([2]) *Manuel de Classification et de détermination des Bactéries anaérobies*, 2[e] édition, Paris, 1948, p. 180-181.

nous avons pu faire désaminer ces trois acides aminés par des bactéries non proliférantes en présence d'autres acides aminés accepteurs d'hydrogène, tels que la glycine ou la proline. Ces réactions sont des réactions de Stickland de type classique. Stickland ([3]), qui avait découvert cette réaction avec *Cl. sporogenes*, n'a pas identifié les produits formés avec la valine et la leucine comme donateurs de H_2. D'autre part, Kocholaty et Hoogerheide ([4]) ont vu qu'en présence d'isoleucine, les suspensions de *Cl. sporogenes* décolorent le bleu de crésyle brillant aussi bien que l'alanine ou la leucine. Ils n'ont pas non plus identifié les produits formés.

Ces réactions s'écrivent de la manière suivante :

$$\underset{\text{Valine.}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CH-CH\!<\!\begin{matrix}NH_2\\COOH\end{matrix}} + \underset{\text{Glycine.}}{2\,H_2N-CH_2-COOH} + 2\,H_2O$$

$$\to \underset{\text{Acide isobutyrique.}}{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CH-COOH} + 2\,CH_3COOH + 3\,NH_3 + CO_2$$

La leucine donne de même l'acide isovalérianique, et l'isoleucine l'acide valérianique optiquement actif. Nous avons vérifié ces équations par la mesure du CO_2 dégagé (Warburg), par les dosages d'ammoniaque, par la mesure de l'acidité volatile, et par la recherche de la nature des acides formés (Duclaux).

Avec la glycine comme accepteur, nous n'avons retrouvé les mêmes indéterminations, dues à la présence d'acide acétique, que dans les cultures. Mais en utilisant la proline, cette dernière donnant alors l'acide aminovalérianique, non volatil, nous avons caractérisé avec les deux espèces étudiées et avec *Cl. sporogenes* (souche GO,) l'acide isobutyrique dans le cas de la valine et l'acide isovalérianique dans le cas de la leucine. En ce qui concerne l'isoleucine, l'acide obtenu ne correspond pas à l'acide caproïque optiquement actif, qui pourrait provenir d'une désamination réductrice et dont nous avons établi la courbe de distillation selon Duclaux sur deux échantillons, un racémique de synthèse et un acide *d* provenant d'une fermentation de tabac. Il doit s'agir, puisqu'on est en présence d'une désamination oxydative accompagnée d'un départ de CO_2, de l'acide valérianique optiquement actif.

En résumé, les suspensions des trois clostridies étudiées peuvent donner les acides isobutyrique, isovalérianique et peut-être valérianique optiquement actif à partir de la valine, de la leucine et de l'isoleucine en présence d'un acide aminé accepteur d'hydrogène. Les acides volatils en C_4 et C_5 des cultures de bactéries du groupe de *Cl. sporogenes* proviennent vraisemblablement de telles réactions. D'autres bactéries de ce groupe donnent la réaction de Stickland ([5]), et c'est l'imprécision de la méthode de Duclaux en présence de quantités considérables d'acide acétique qui a fait croire à la formation d'acides *n*-caproïque et valérianique.

([3]) *Bioch. Journ.*, 29, 1935, p. 889.
([4]) *Bioch. Journ.*, 32, 1938, p. 949.
([5]) B. Nisman, M. Raynaud et G. N. Cohen, *Arch. Biochem.*, 1948 (sous presse).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La rectification de la fécondation et de la mitose.* Note de M. **Boris Rybak**, présentée par M. Maurice Javillier.

J. Loeb, se basant sur ses expériences de parthénogénèse artificielle, a été conduit à énoncer sa théorie de la *fécondation en deux temps* : *a.* une lyse superficielle de l'œuf sous l'influence du spermatozoïde; *b.* une rectification, c'est-à-dire une inhibition de cette lyse par un agent supposé d'origine spermatique. Nos expériences de parthénogénèse sur *Paracentrotus lividus* vérifient entièrement cette conception.

1. Les protéines basiques (protamines chez les Poissons, histones chez les Oursins) du noyau spermatique présentes dans l'eau de mer spermatique, dont nous avons vérifié les propriétés d'anti-fertilisine découvertes par Hultin ([1]), diffusent dans l'eau de mer selon un mécanisme de dissociation mis en évidence par Pollister et Mirsky ([2]) [les nucléoprotamines sont dissociées dans NaCl IM avec apparition de dolichonémas ([3])]; or, l'eau de mer possède une salinité de l'ordre de 35 ‰ ([4]). On a souvent dit que, pour qu'une fécondation soit effective, non seulement l'ovule devait être activé par le spermatozoïde, mais encore il fallait que le spermatozoïde le fût lui-même auparavant. Cette activation se réalise dans l'eau de mer; elle correspond à un gonflement nucléaire et à une dissociation des nucléoprotéines. C'est ainsi que l'eau de mer spermatique acquiert ses propriétés agglutinantes vis-à-vis des ovules. On comprend également par là pourquoi un sperme concentré (*dry sperm* des auteurs de langue anglaise) se conserve beaucoup mieux qu'un sperme dilué. Mais cette propriété d'agglutination interovulaire ne nous paraît représenter qu'un caractère annexe des protéines basiques spermatiques; leur signification physiologique profonde réside en effet dans la *précipitation* interne et locale du cytoplasme ovulaire après la pénétration du gamète mâle; cette *précipitation* réversible assure la rectification de la fécondation. Elle est d'ailleurs favorisée par l'augmentation de la perméabilité de l'ovule qui fait suite à la pénétration spermatique (hypertonie) et elle est indiquée par la contraction ovulaire et les modifications de la viscosité cytoplasmique : des ovules mûrs d'Oursins, plongés pendant quelques secondes dans une solution de taurocholate de sodium dans l'eau de mer ([5]), puis reportés soit dans l'eau de mer spermatique, soit dans un extrait chlorhydrique dialysé de spermatozoïdes, se développent pathénogénétiquement. Le temps d'action de la substance rectifiante est fonction de sa concentration ainsi que de la concentration (donc du temps d'action) de la substance activante, perméabilisante.

([1]) *Arkiv för kemi*, 24 B, 1947, p. 6.
([2]) *Jour. Gen. Phys.*, 30, 1946, p. 101.
([3]) J. Körperich, *La Cellule*, 31, 1930, p. 307.
([4]) Lyman et Fleming, *J. Mar. Res.*, 3, 1940, p. 134.
([5]) J. Loeb, *La Fécondation chimique*, trad. fr., Paris, 1911, p. 201.

2. La tête spermatique, dont le noyau s'est gonflé au cours du trajet du spermatozoïde vers l'ovule, éclate après sa pénétration dans celui-ci. L'aster qui prend naissance représente la figure cytologique correspondante axée sur le centrosome acidophile. Il semble que la caryolymphe vienne renforcer ultérieurement la figure astérienne et participer à la formation du fuseau. Ces figures de précipitation réversible sont dues soit à la formation de complexes entre les céphalines diffuses et les protéines basiques, soit à la haute viscosité des nucléoprotéines, encore que nous penchions vers la première hypothèse, étant donné que l'éther possède la propriété d'effacer les formations astériennes (E. B. Wilson), propriété qui nous paraît liée à son action sur les phosphatides.

3. L'augmentation de la salinité interne consécutive à la lyse périphérique retentit sur le noyau ovulaire qui s'active, puis éclate à son tour et forme sa figure astérienne.

4. Il faut admettre que par la méthode de Loeb la rectification s'effectue sous la seule influence de l'aster d'origine ovulaire, associée à l'hypertonie liée à l'augmentation de la perméabilité qui suit constamment la lyse corticale ou à cette hypertonie plus une autre action allant dans le même sens.

5. La modification du cortex semble être en relation également avec la formation de complexes entre les phosphatides périphériques et une partie des protéines basiques du suc nucléaire; c'est en quelque sorte l'anti-fertilisine agissant *à l'envers*.

6. Étant donné que les alcaloïdes sont connus pour leur capacité de précipiter les protamines, notre hypothèse, quant au mode d'action de la colchicine, qui attaque le système achromatique ([6]), est qu'il se forme un complexe entre la substance de Dustin et les protéines basiques nucléaires; la mitose se trouve ainsi bloquée au stade initial de la métaphase par suite de la non-formation du fuseau.

7. L'ubiquité des protéines basiques nous paraît très grande, sinon totale, dans les cellules activées ou en voie de mitose, tout au moins dans les cellules soumises à la caryocinèse; nous en avons décelé la présence dans les tissus de Crown-gall du *Pelargonium zonale*. Enfin, tout porte à croire que la rectification de la parthénogénèse par la technique de Bataillon, à l'aide de cellules riches en *substance* nucléaire, relève du même mécanisme.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur un Actinomycète doué de propriétés bactériolytiques remarquables.* Note de MM. **Hermon Darpoux** et **Albert Faivre-Amiot**, présentée par M. Joseph Magrou.

Au cours de nos recherches sur les rapports antagonistes entre divers organismes phytopathogènes et saprophytiques, nous avons isolé un Actinomycète provoquant la lyse d'un très grand nombre de bactéries et ayant une action inhibitrice sur quelques champignons.

Cet Actinomycète, que nous appellerons provisoirement le *Streptomyces* 105,

([6]) H. Lettre, *Naturwissench.*, 31, 1943, p. 407.

renferme plusieurs souches qui se présentent, sur gélose à la pomme de terre glucosée, sous l'aspect de colonies généralement irrégulièrement lobées, de couleur blanchâtre à grisâtre et dont certaines sécrètent une substance de couleur lie de vin. Le *Streptomyces* 105 pousse bien sur les milieux solides : gélose-pomme de terre + 15 à 20 ‰ de glucose; gélose-pomme de terre + 15 ‰ de glucose + 18 ‰ de glycérine; gélose-carotte; gélose-avoine; gélose-blé; gélose-haricot; gélose (15^g) + peptone (10^g) glucose (20^g) NaCl (5^g); grains de blé germés. En milieux liquides, sa croissance est bonne sur un bouillon de carotte, assez bonne sur peptone glucosée et sur un bouillon de pomme de terre (200^g par litre) + 15^g de glucose + 10^g de glycérine.

Le *Streptomyces* 105, contrairement au *Streptomyces griseus*, s'accommode mal des milieux renfermant de l'autolysat de levure.

Action in vitro *du* Streptomyces 105 *sur quelques bactéries.* — L'action lysogène des antibiotiques sécrétés par les diverses souches du *Streptomyces* 105, est particulièrement nette sur le *Phytomonas tabaci*, agent du « Feu sauvage » du Tabac, le *Phytomonas Mori*, agent de la « Gommose bacillaire du Mûrier », le *Phytomonas campestris*, agent de la « Nervation noire des Crucifères », le *Phytomonas medicaginis*, agent d'une nécrose de la tige de la Luzerne, le *Phytomonas medicaginis* var. *phaseolicola*, agent de la « graisse » du Haricot, l'*Erwinia phytophthora*, agent de la « Jambe noire » de la Pomme de Terre, ainsi que sur le *Staphylococcus aureus*, l'*Escherichia coli*, et le *Bacillus subtilis*. Les résultats sont moins constants pour le *Phytomonas tumefaciens*, agent du « Cancer végétal » et le *Phytomonas xanthochlora*.

L'accroissement de la zone de lyse est particulièrement rapide sur gélose pomme de terre glucosée; elle est plus lente sur gélose carotte.

Un voile bactérien de *Phytomonas tabaci* recouvrant la surface d'un milieu à base de gélose pomme de terre glucosée, dans une boîte de Pétri de 9^{cm} de diamètre, disparaît complètement 12 à 18 jours après l'ensemencement sur dix points d'une des souches du *Streptomyces*. Dans d'autres cas, la zone de lyse apparaît après 24 heures, mais reste ensuite limitée à une auréole de $0^{cm},5$ à 2^{cm} de large.

ACTION *in vitro* DU STREPTOMYCES 105 SUR QUELQUES CHAMPIGNONS.

1° *Champignons phytopathogènes pouvant se conserver dans le sol.*

	Résultats (¹).
Botrytis sp. (n° 1062)	+ +
Rhizoctonia solani	— —
» *sp.*	— +
Sclerotinia libertiana	+ +
Ascochyta Pisi	— +

2° *Champignons généralement saprophytes.*

Penicillium sp.	— +
Cladosporium sp.	— +

(¹) + + Action inhibitrice nette; — + Résultats inconstants; action inhibitrice dans quelques cas; — — Pas d'action inhibitrice dans les conditions de l'expérience.

Action in vitro *du Streptomyces* 105 *sur quelques champignons*. — Le développement en boîte de Pétri du *Sclerotinia libertiana* sur milieux solides peut être complètement inhibé si l'on a ensemencé le *Streptomyces* le premier, quelques jours avant, en plusieurs points.

La croissance d'autres champignons est arrêtée dans une zone plus ou moins étendue autour des colonies du *Streptomyces*. Il s'agit d'une action inhibitrice. Nous n'avons pas observé d'action de lyse.

Applications en Pathologie végétale des propriétés du Streptomyces 105. — La virulence de nombreux agents phytopathogènes se conservant dans le sol, peut être considérablement diminuée en apportant à la terre infectée des colonies du *Streptomyces* 105.

D'autre part, le traitement des semences nous a donné des résultats très significatifs dans le cas de la maladie du « Feu sauvage » du Tabac. Différents lots de graines de Tabac infectées par le *Phytomonas tabaci* ont été traités soit par malaxage avec des spores du *Streptomyces*, soit par trempage dans un filtrat du milieu de culture, ou dans le liquide non filtré du même milieu. Dans le lot témoin non traité, toutes les plantules furent atteintes par la « Fonte des Semis » et disparurent environ trois semaines après la levée. Les plantules du lot traité par malaxage ont été gênées dans leur développement par les nombreuses colonies du *Streptomyces*. Celles du lot traité par le filtrat ont été convenablement désinfectées, mais par la suite elles ne furent pas protégées contre d'autres bactéries venant du sol. Les résultats ont par contre été excellents pour le lot trempé pendant 12 heures dans le liquide non filtré; dans ce cas, non seulement les graines furent désinfectées au moment du semis, mais les colonies du *Streptomyces* qui se sont développées dans le sol, ont formé une barrière d'antibiotiques qui a empêché les réinfections ultérieures. Actuellement, 45 jours après le semis, toutes les plantules de ce lot sont très vigoureuses.

Nous poursuivons à la Station Centrale de Pathologie Végétale à Versailles, des études en vue d'utiliser les propriétés du *Streptomyces* 105 et d'antibiotiques pour lutter contre les maladies des plantes.

L'action *in vitro* du *Streptomyces* 105 sur quelques bactéries intéressant la Pathologie humaine permet d'espérer aussi des applications dans ce domaine. Dans ce but, l'extraction des antibiotiques sécrétés par le *Streptomyces* 105 et l'étude de leur action sur les organismes du règne animal, seront effectuées dans les Services de l'Institut Pasteur.

La séance est levée à 16h15m.

L. B.